

GILBERTO PASSOS LIMA

PROPOSTA PARA CLASSIFICAÇÃO DE MODELOS DE INFRAESTRUTURA DE
P&D EM INCUBADORA DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA COM BASE EM
CARACTERÍSTICAS E PRÁTICAS DE GESTÃO DA INOVAÇÃO

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção,
no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção,
Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do
Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Izabel Cristina Zattar.

CURITIBA
2013

Lima, Gilberto Passos

Proposta para classificação de modelos de infraestrutura de P&D em incubadora de empresas de base tecnológica com base em características e práticas de gestão da inovação / Gilberto Passos Lima. – Curitiba, 2013.

159 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Orientadora: Izabel Cristina Zattar

1. Incubadoras de empresas. I. Zattar, Izabel Cristina. II. Título.

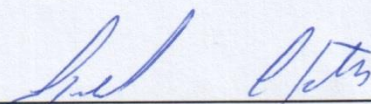
CDD 658.421

TERMO DE APROVAÇÃO

GILBERTO PASSOS LIMA

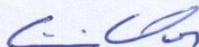
PROPOSTA PARA CLASSIFICAÇÃO DE MODELOS DE INFRAESTRUTURA DE P&D EM INCUBADORA DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA COM BASE EM CARACTERÍSTICAS E PRÁTICAS DE GESTÃO DA INOVAÇÃO

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:



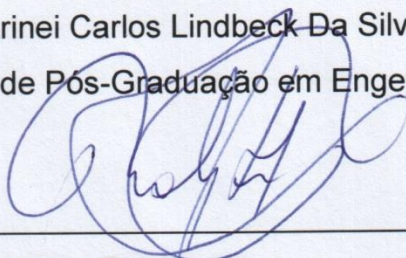
Profa. Dra. Izabel Cristina Zattar

Orientadora – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFPR



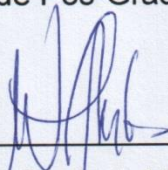
Prof. Dr. Arinei Carlos Lindbeck Da Silva

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFPR



Prof. Dr. Robson Seleme

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFPR



Prof. Dr. Walter Luis Mikos

Departamento Acadêmico de Mecânica, UTFPR

Curitiba, 20 de fevereiro de 2013.

AGRADECIMENTOS

À minha família o apoio no desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

Agradeço ao Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR) por apoiar o contínuo desenvolvimento profissional de seus funcionários, em especial ao Centro de Metrologia Industrial e a Incubadora Tecnológica de Curitiba (INTEC) que disponibilizaram o acesso a informações que possibilitaram a conclusão deste trabalho.

Ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Paraná, em especial a professora Dr^a Izabel Cristina Zattar pela sua valiosa orientação na decisão pelos caminhos tomados durante do desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores membros da banca pela valiosa avaliação responsável pelo o alto nível técnico dos trabalhos desenvolvidos no programa.

RESUMO

O apoio ao desenvolvimento de novos negócios baseados em tecnologia é um grande desafio no Brasil. Um dos motivos é a mudança do paradigma de uma economia baseada no fornecimento de commodities para uma economia de desenvolvimento e oferta de tecnologia. Neste ambiente, incubadoras de empresas apresentam-se como um importante ator neste processo. Contudo, as incubadoras carecem de infraestrutura disponível para o desenvolvimento tecnológico de produtos, pois os empreendedores passam a demandar algo além da infraestrutura básica como sala, mesa, cadeira, tecnologia da informação e comunicação, entre outros. Assim, este trabalho de pesquisa tem como objetivo classificar modelos de infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento, com base no grau de importância auferido pelos empreendedores pertencentes a incubadoras de empresas de base tecnológica no estado do Paraná. Tomando como referências publicações científicas, foram identificados sete modelos de infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento de produtos de manufatura discreta. Estes modelos foram então analisados para o levantamento de suas características e práticas, a fim de possibilitar a construção de uma hierarquia a qual permita a aplicação do Método de Análise Hierárquica (AHP). Com base nesta hierarquia, foi elaborado um questionário eletrônico, o qual foi aplicado a 115 empreendedores pertencentes a 15 incubadoras de empresa de base tecnológica, todas localizadas no estado do Paraná. As respostas foram utilizadas para construção dos pesos dos critérios baseados nas características e práticas analisadas. Por fim, os sete modelos foram classificados segundo o método AHP, oferecendo aos gestores de incubadoras as melhores opções de modelos de laboratório segundo a opinião dos empreendedores e as características e práticas dos modelos analisados.

Palavras-chave: Processo de Análise Hierárquica; Incubadora de Empresas; Infraestrutura de Pesquisa e Desenvolvimento.

ABSTRACT

The support to develop new business based on technology is a great challenge in Brazil. The paradigm shift from a commodities based to a technology based economy is one of the reasons. On that environment, business incubators are important actors on that process. This way, incubators lack the appropriate infrastructure far beyond the basic room, table, chair and information and communication technologies. This scientific work has the objective to sort research and development (R&D) infrastructure models, based on the relative importance measured on entrepreneurs in technologic based incubators. Based on research on scientific publications, seven discrete manufacturing R&D infrastructure models were identified. Those models were analyzed to determine their characteristics and practices to construct a hierarchy to be used with Analytical Hierarchical Process (AHP). Based on that hierarchy, a questionnaire were built and applied to 115 entrepreneurs on 15 technologic business incubators located on Parana state of Brazil. The answers were used to calculate the characteristics and practices importance weights. That allowed classifying the laboratory models using AHP, offering to incubators managers prioritized models according to the entrepreneurs' opinions and laboratories' characteristics and practices.

Key words: *Analytical Hierarchical Process, Business Incubators, Research and Development infrastructure.*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DO NÚMERO DE ARTIGOS BRASILEIROS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS PELA THOMSON/ISI E SCOPUS EM RELAÇÃO AO MUNDO, 1996-2010.	20
FIGURA 2 -	PEDIDOS DE PATENTES DEPOSITADOS NO INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI), SEGUNDO TIPOS, 1990-2010.	21
FIGURA 3 -	DISPÊNDIOS NACIONAIS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D), EM RELAÇÃO AO PRODUTO INTERNO BRUTO (PIB), PAÍSES SELECIONADOS.	22
FIGURA 4 –	RELAÇÃO ENTRE OS TEMAS ABORDADOS NO REFERENCIAL TEÓRICO.	29
FIGURA 5 –	ORGANIZAÇÃO DA REDE SIBRATEC.	40
FIGURA 6 –	LOCALIZAÇÃO DAS INCUBADORAS TECNOLÓGICAS PESQUISADAS NO ESTADO DO PARANÁ.	55
FIGURA 7 –	COMPARAÇÃO DOS MODELOS DE ESTRUTURAS HIERARQUICA (A) E EM REDE (B).	77
FIGURA 8 –	REPRESENTAÇÃO DE UMA HIERARQUIA PARA APLICAÇÃO DA ANP.	78
FIGURA 9 –	HIERARQUIA DOS REQUISITOS DE CLASSIFICAÇÃO DOS MODELOS DE LABORATÓRIOS.	84
FIGURA 10 –	ABA DE APRESENTAÇÃO DO QUESTIONÁRIO ELETRÔNICO ..	90
FIGURA 11 –	DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DA COMPETÊNCIA VINCULADA A INFRAESTRUTURA DE P&D?	95
FIGURA 12 –	DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO RESULTADO OBTIDO UTILIZANDO UMA INFRAESTRUTURA DE P&D?	95
FIGURA 13 –	DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO MODELO DE ACESSO A INFRAESTRUTURA DE P&D?	96

FIGURA 14 –	DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO CUSTO/BENEFÍCIO OBTIDO COM A UTILIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE P&D	96
FIGURA 15 –	DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DA COOPERAÇÃO COM UNIVERSIDADES E INSTITUTOS DE PESQUISA PARA A COMPETÊNCIA DA INFRAESTRUTURA DE P&D?	97
FIGURA 16 –	DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DA OPERAÇÃO EM REDE PARA A INFRAESTRUTURA DE P&D?	97
FIGURA 17 –	DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DA COMPETÊNCIA DO PRÓPRIO LABORATÓRIO PARA OPERAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE P&D?	98
FIGURA 18 –	DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO ACESSO COMPARTILHADO PARA A INFRAESTRUTURA DE P&D?	98
FIGURA 19 –	DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO USO EXCLUSIVO DA INFRAESTRUTURA DE P&D?.....	99
FIGURA 20 –	DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DA INFRAESTRUTURA DE P&D OFERECER ACESSO REMOTO AOS SEUS EQUIPAMENTOS?	99
FIGURA 21 –	DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO LABORATÓRIO OFERECER FERRAMENTAS DE VIRTUALIZAÇÃO DE PRODUTOS?	100
FIGURA 22 –	DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO COMPARTILHAMENTO DO RESULTADO ENTRE OS USUÁRIOS DA INFRAESTRUTURA DE P&D?	100
FIGURA 23 –	DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO SIGILO DO RESULTADO ENTRE OS USUÁRIOS DA INFRAESTRUTURA DE P&D?	101
FIGURA 24 –	DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO CUSTO PARA UTILIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE P&D?	101

FIGURA 25 –	DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO BENEFÍCIO OBTIDO COM A UTILIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE P&D?	102
FIGURA 26 –	PARTE EXTRAÍDA DA HIERARQUIA REPRESENTANDO A RELAÇÃO ENTRE A COMPETÊNCIA, O ACESSO, OS RESULTADOS E O CUSTO/BENEFÍCIO COM A INFRAESTRUTURA DE P&D.	104
FIGURA 27 –	PARTE EXTRAÍDA DA HIERARQUIA REPRESENTANDO A RELAÇÃO ENTRE AS COMPETÊNCIAS DO PESSOAL PRÓPRIO DO LABORATÓRIO, A COOPERAÇÃO COM UNIVERSIDADES E INSTITUTOS DE PESQUISA E A COOPERAÇÃO EM REDE.....	105
FIGURA 28 –	PARTE EXTRAÍDA DA HIERARQUIA REPRESENTANDO A IMPORTÂNCIA ENTRE OS TIPOS DE ACESSO À INFRAESTRUTURA DE P&D, ACESSO COMPARTILHADO, EXCLUSIVO, REMOTO OU VIRTUAL.	106
FIGURA 29 –	RELAÇÃO DA IMPORTÂNCIA ENTRE O COMPARTILHAMENTO E O SIGILO DOS RESULTADOS OBTIDOS COM A UTILIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE P&D.	107
FIGURA 30 –	PARTE DA HIERARQUIA QUE REPRESENTA A IMPORTÂNCIA DA RELAÇÃO CUSTO/BENEFÍCIO AO UTILIZAR A INFRAESTRUTURA DE P&D.	107
FIGURA 31 –	PARTE DO QUARTO NÍVEL DA HIERARQUIA REPRESENTANDO A IMPORTÂNCIA DA COOPERAÇÃO COM UNIVERSIDADES E INSTITUTOS DE TECNOLOGIA EM CADA UM DOS MODELOS DE LABORATÓRIO.	110

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	DISPÊNDIOS EM P&D NO BRASIL EM 2009.....	22
TABELA 2 –	TABELA DE ÍNDICES RANDÔMICOS (I.R.)	72
TABELA 3 –	VALORES CORRESPONDENTES ÀS RESPOSTAS OBTIDAS COM OS QUESTIONÁRIOS RESPONDIDOS.	103
TABELA 4 –	VALORES OBTIDOS PARA AS MÉDIAS GEOMÉTRICAS DAS RESPOSTAS AS QUESTÕES Q0 A Q14.....	103
TABELA 5 –	PESOS DOS CRITÉRIOS DO TERCEIRO NÍVEL DA HIERARQUIA, CLASSIFICADOS EM ORDEM DECRESCENTE.....	109
TABELA 6 –	PESOS DAS ALTERNATIVAS DA HIERARQUIA, CLASSIFICADOS EM ORDEM DECRESCENTE.	114
TABELA 7 –	RESULTADO DO CÁLCULO DA SENSIBILIDADE DOS CRITÉRIOS, APRESENTADOS EM ORDEM DECRESCENTE. ..	116

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 –	RESULTADO DA PESQUISA DE SOMSUK ET AL	48
QUADRO 2 –	RESUMO DA RELAÇÃO DAS INCUBADORAS PESQUISADAS ...	56
QUADRO 3 –	ESCALA DE COMPARAÇÃO PARITÁRIA	74
QUADRO 4 –	RESUMO DA IDENTIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS NOS MODELOS DE LABORATÓRIO PESQUISADOS.	83
QUADRO 5 –	QUADRO BÁSICO DO QUESTIONÁRIO NO PRIMEIRO TESTE ..	86
QUADRO 6 –	QUADRO BÁSICO DO QUESTIONÁRIO APÓS AS CORREÇÕES DO PRIMEIRO TESTE	87
QUADRO 7 –	PESOS DAS OPÇÕES NO QUESTIONÁRIO.	88
QUADRO 8 –	CODIFICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO E DAS QUESTÕES UTILIZADOS NOS QUADROS 9 E 10.....	92
QUADRO 9 –	RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS VÁLIDOS PARA AS QUESTÕES FECHADAS.....	93
QUADRO 10 –	RESPOSTAS DAS QUESTÕES ABERTAS RELATIVAS AOS QUESTIONÁRIOS VÁLIDOS.....	94

LISTA DE SIGLAS

ACP	Associação Comercial do Paraná
AHP	Processo de Análise Hierárquica
ANPROTEC	Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos de Tecnologias Avançadas
APL	Arranjo Produtivo Local
BABT	Brazilian Archives of Biology and Technology
C&T	Ciência e Tecnologia
CADI	Cadastro de Informações Institucionais
CBA	Centro de Bits e Átomos
CENPES	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello
CIP	Programa de Competitividade e Quadro de Inovação
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
DEA	Análise por envoltória de dados
DEA	Análise por envoltória de dados
EIP	Programa de Empreendedorismo e Inovação
EMBRAER	Empresa Brasileira de Aeronáutica
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FCM	Faculdade de Ciências Médicas
FGW	Instituto de Física Gleb Wataghin
FIEP	Federação das Indústrias do Estado do Paraná
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
IAPAR	Instituto Agrônômico do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBPT	Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas
IC	Índice de consistência
ICT	Instituição de Ciência e Tecnologia
IEP	Instituto de Engenharia do Paraná
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas

IR	Índice randômico
LACTEC	Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento
LNLS	Laboratório Nacional de Luz Síncrotron
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MEC	Ministério da Educação
MIT	Massachusetts Instituto of Technology
MU	Modelo de Utilidade
NIFS	Instituto Nacional para Ciência da Fusão
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OSCIP	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
P&D	Pesquisa e desenvolvimento
PADCT	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PCT	Tratado de Cooperação de Patente
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro S.A.
PI	Privilégio de Invenção
PIB	Produto Interno Bruto
PINTEC	Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica
PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
QFD	Desdobramento da função qualidade
RC	Razão de consistência
RFB	Receita Federal do Brasil
SBRT	Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas
SEBRAE	Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAI PR	Serviço Nacional de Aprendizagem- Industrial - Paraná
SIBRATEC	Sistema Brasileiro de Tecnologia
SRI	Sistema Regional de Inovação
SWOT	Análise de forças, oportunidades, fraquezas e ameaças
SWOT	Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças
TECPAR	Instituto de Tecnologia do Paraná
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
TRIZ	Teoria da Solução Inventiva de Problemas
TSIS	Sistema de inovação de tecnologia específica
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UEM	Universidade Estadual de Maringá

UENP	Universidade Estadual do Norte do Paraná
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNICENTRO	Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNIOESTE	Universidade Estadual do Oeste do Paraná
USD	Dólares americanos
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	19
1.2 OBJETIVOS	24
1.2.1 Objetivo geral	24
1.2.2 Objetivos específicos	24
1.3 JUSTIFICATIVA	25
1.4 LIMITAÇÕES.....	25
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	26
2 REFERENCIAL TEÓRICO	28
2.1 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO: CONCEITO	29
2.2 SISTEMA DE INOVAÇÃO	31
2.3 PARQUES TECNOLÓGICOS E INCUBADORAS.....	33
2.4 MODELOS DE INFRAESTRUTURA P&D.....	35
2.4.1 Laboratório próprio	35
2.4.2 Laboratório de universidades e institutos de pesquisa.....	37
2.4.3 Laboratório de serviços	38
2.4.4 Laboratório remoto	41
2.4.5 Laboratório virtual	42
2.4.6 Fab Lab	42
2.4.7 Laboratório multiusuário	43
2.5 TRABALHOS CORRELATOS	44
3 SISTEMA DE INOVAÇÃO PARANAENSE.....	50
3.1 INSTITUIÇÕES DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO	50
3.1.1 Universidades Federais.....	50
3.1.2 Universidades Estaduais.....	51
3.1.3 Universidades Particulares.....	51
3.1.4 Institutos de Tecnologia Públicos.....	52
3.1.5 Institutos de Tecnologia Privados	53
3.2 INCUBADORAS TECNOLÓGICAS DO PARANÁ.....	54

3.2.1 Incubadora Tecnológica de Curitiba – INTEC	54
3.2.2 Incubadora Tecnológica da Região do Entre Rios – INTEC-ENTRE RIOS	55
3.2.3 Agência de Inovação e Coordenação de Empreendedorismo e Incubação de Empresas da UFPR (CIE/UFPR)	55
3.2.4 Incubadora Tecnológica de Maringá	56
3.2.5 Incubadora Empresarial Santos Dumont.....	57
3.2.6 Incubadora de Inovações da Universidade Tecnológica (IUT)	57
3.2.7 Centro Tecnológico Incubador	58
3.2.8 Fundação Educere	58
3.2.9 Incubadora de Empreendimentos Inovadores e Tecnológicos (FINDEX)	58
3.2.10 Incubadora de Empresas de Base Tecnológica da Universidade Estadual de Londrina (INTUEL)	59
3.2.11 Incubadora de Projetos e Empresas da Universidade Positivo	59
4 METODOLOGIA DE PESQUISA	60
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	61
4.2 AMBIENTE DA PESQUISA	61
4.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA	61
4.4 COLETA DOS DADOS	62
4.4.1 Projeto do instrumento	63
4.4.2 Definição da primeira versão instrumento	64
4.4.3 Revisão, pré-testes e redação final	64
4.5 TRATAMENTO DOS DADOS	65
4.5.1 Utilização do método AHP para parâmetros quantitativos e de percepção humana	66
4.5.2 O método AHP	67
4.5.3 Hierarquia.....	67
4.5.4 Matrizes de comparações paritárias.....	70
4.5.5 Escala de comparação.....	73
4.5.6 Análise de sensibilidade do autovetor	74
4.5.7 Método ANP	76
5 DESENVOLVIMENTO	80
5.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA	80
5.2 COLETA DOS DADOS DOCUMENTAIS	80

5.3 PREPARAÇÃO PARA O TRATAMENTO DOS DADOS	80
5.3.1 Hierarquia.....	80
5.3.2 Validação da estrutura	85
5.4 DESENVOLVENDO O QUESTIONÁRIO	85
5.4.1 Projeto do instrumento	85
5.4.2 Definição da primeira versão instrumento	86
5.4.3 Revisão, pré-testes e redação final	86
6 RESULTADOS	91
6.1 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO	91
6.2 CÁLCULO DAS MATRIZES PARITÁRIAS.....	104
6.3 CÁLCULO DOS VETORES DE PESOS DAS ALTERNATIVAS	109
6.4 RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO	113
6.5 ANÁLISE DA SENSIBILIDADE	115
6.6 APLICAÇÃO DO MÉTODO ANP A ESTRUTURA HIERÁRQUICA.....	116
7 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	120
7.1 DO OBJETO DE PESQUISA.....	120
7.2 DA METODOLOGIA APLICADA	121
7.2.1 Do questionário	122
7.2.2 Da aplicação da AHP	123
7.3 DOS RESULTADOS ALCANÇADOS	125
7.4 DA ANÁLISE DA SENSIBILIDADE DO RESULTADO	127
7.5 DA APLICAÇÃO DO MÉTODO ANP.....	127
7.6 DOS TRABALHOS FUTUROS.....	128
7.7 AGRADECIMENTOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS	128
REFERÊNCIAS.....	130
APÊNDICES	137

1 INTRODUÇÃO

Segundo Terra et al (2007), já é um senso comum que a inovação é importante e essencial para as empresas. Muitas são as maneiras de inovar, seja em processo, produto, serviço, marketing ou na organização. Porém, o que difere uma inovação de uma ideia é a sua aplicação e aceitação pelo mercado. Portanto, implementar uma ideia é um caminho para inovar (CARVALHO, 2011).

Desde o surgimento da ideia a sua materialização e comercialização, é necessário um ambiente adequado que permita à empresa pesquisar e desenvolver o produto ou serviço. Com este objetivo, em 1984 foram criadas as primeiras incubadoras de empresas no Brasil (FELIX, 2009).

Incubadoras de empresas são agentes facilitadores do processo de empreendedorismo e inovação tecnológica para micro e pequenas empresas (ANPROTEC E SEBRAE, 2002). Ainda segundo a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos de Tecnologias Avançadas e o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (ANPROTEC E SEBRAE, 2002), uma incubadora oferece: espaço físico construído ou adaptado para alojar temporariamente os empreendimentos; oferecendo um ambiente flexível e encorajador; assessoria para a gestão técnica e empresarial; infraestrutura e serviços compartilhados, como por exemplo, salas de reunião, telefone, fax, acesso à Internet, suporte em informática; acesso a mecanismos de financiamento, mercados e redes de relações; bem como um conjunto de processos de acompanhamento, avaliação e orientação.

Dentre os tipos de incubadoras, destaca-se a incubadora de empresas de base tecnológica, que, além de oferecer as condições citadas anteriormente,

[...] abriga empresas cujos produtos, processos ou serviços resultam de pesquisa científica, para os quais a tecnologia representa alto valor agregado. Abriga empreendimentos nas áreas de informática, biotecnologia, química fina, mecânica de precisão e novos materiais. Distingue-se da Incubadora de empresas de setores tradicionais por abrigar exclusivamente empreendimentos oriundos de pesquisa científica (ANPROTEC E SEBRAE, 2002, p. 61).

Mesmo em um ambiente favorável para a inovação tecnológica, implementar uma ideia pode não ser tão trivial. É necessário conhecimento sobre as técnicas

utilizadas e uma infraestrutura adequada, de forma que este conhecimento contribua com algum benefício para a sociedade. Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), para transformar uma invenção em inovação é necessário um conjunto de atividades, além de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Também são necessárias mudanças organizacionais, treinamentos, testes e ensaios, marketing e design, porém, P&D ainda é a mais importante (OCDE, 2010). Para que se alcance este objetivo, ou seja, se apresente algum conhecimento novo sobre determinado escopo, é necessário existir uma infraestrutura que permita experimentar, testar, errar e aprender sobre as técnicas estudadas. Porém, dependendo da técnica utilizada, o custo para implantação e manutenção desta infraestrutura pode ser uma barreira para a criação de novos negócios (PORTER, 1985).

Neste contexto, o modelo de inovação aberta, onde é significativa a interação do ambiente interno com o ambiente externo de P&D da empresa (CARVALHO, 2011), vem permitindo a utilização de laboratórios de pesquisa em universidades e institutos de tecnologia, favorecendo a diminuição nos custos, redução dos riscos e desenvolvimento compartilhado entre os participantes (GASSMANN, 2010). Entretanto, estes laboratórios tem uso preferencial por pesquisadores de universidades, dificultando a utilização por empreendedores ou por inventores independentes (DO NASCIMENTO, 2011), em especial aqueles relacionados às micro, pequenas e médias empresas (GASSMANN, 2010). Uma tentativa de minimizar este problema vem sendo a criação de parques tecnológicos (FELIX, 2009), e mais especificamente, a modernização de incubadoras de empresa, com infraestrutura necessária para que se realizem pesquisas e desenvolvimento de novos produtos na velocidade compatível com a demandada no seu mercado de atuação (HORÁCIO, 2008a). Assim, busca-se facilitar a pesquisa e desenvolvimento de produtos inovadores, oferecendo, além da diminuição de custos, uma rede de fornecedores, compartilhamento de conhecimentos sobre os produtos ali desenvolvidos e criando uma rede efetiva de relacionamento entre as empresas que utilizam desta infraestrutura (HORÁCIO, 2008b).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

No Brasil, muitas são as dificuldades que as empresas encontram ao implementar inovações. Entre os anos 2006 e 2008, as principais dificuldades encontradas durante o processo de inovação nas empresas dos setores da indústria, serviços e P&D, foram os elevados custos da inovação, seguidos dos riscos econômicos excessivos, escassez de fontes de financiamento e falta de pessoal qualificado (IBGE, 2010). Como consequência, 58,8% das empresas nestes três setores, não implementaram inovações relativas a produto ou processo, nem desenvolveram projetos no período. Para estas empresas, o principal motivo para não inovarem foram as condições de mercado (IBGE, 2010).

Apesar da falta de pessoal qualificado ter sido a quarta dificuldade encontrada pelas empresas (IBGE, 2010), a cada ano o Brasil vem se destacando no índice de quantidade de publicações científicas se comparados a outros países industrializados (THOMSON ROUTERS, 2012), como apresentado na Figura 1. Isto demonstra a capacidade de gerar e compartilhar conhecimento, principalmente nas universidades e institutos de pesquisa no país. Por outro lado, se comparado a quantidade de empresas que implementaram inovações entre 2006 e 2008, esta taxa de aumento não obedece a mesma proporção. Os esforços em P&D, representados pela quantidade de publicações científicas, veem aumentando a razões maiores que os resultados obtidos por estas pesquisas, representados pelas inovações nas empresas (IBGE; 2002, 2005, 2007 e 2010; WEB OF KNOWLEDGE, 2012). Entre os anos de 2001 e 2010, das dez organizações que mais depositaram patentes no Brasil, seis são empresas ou instituições públicas, liderados pelo Petróleo Brasil S/A (Petrobras) e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (THOMSON ROUTERS, 2012).

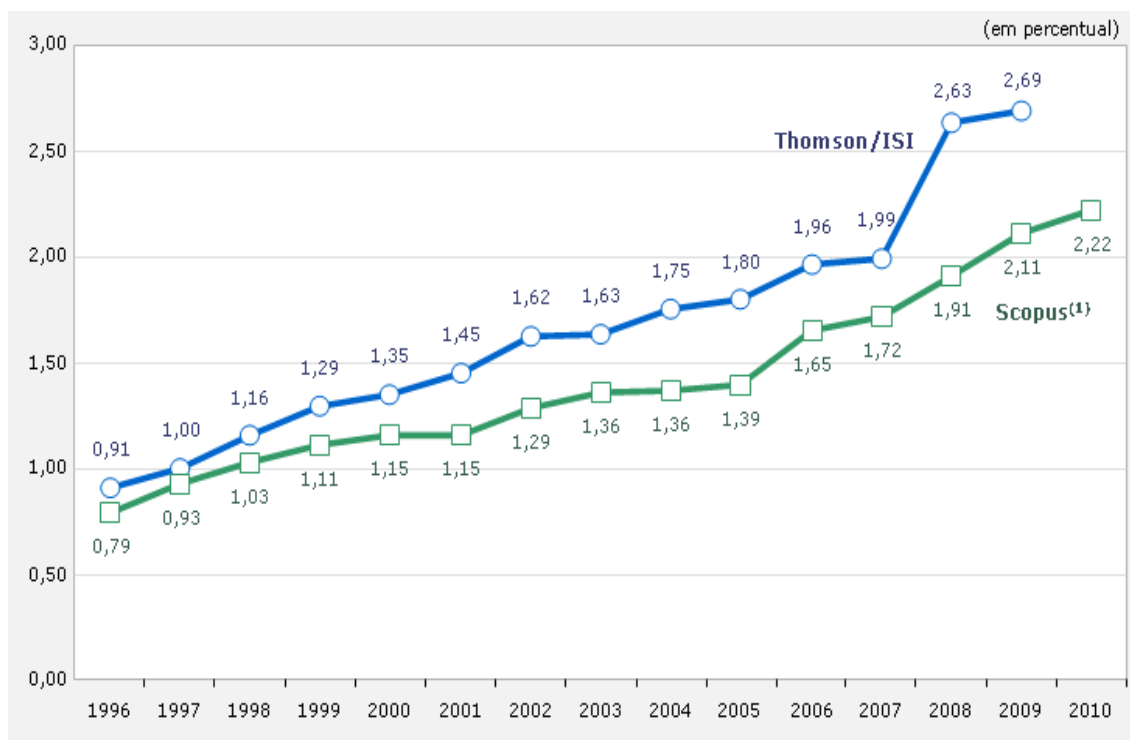


FIGURA 1 - PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DO NÚMERO DE ARTIGOS BRASILEIROS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS PELA THOMSON/ISI E SCOPUS EM RELAÇÃO AO MUNDO, 1996-2010.

FONTE: MCTI, 2012.

Portanto, o número de pedidos de patentes depositadas pode ser considerado como outro indicador importante para avaliar o quanto uma empresa é inovadora (BRANCO, 2011). Durante os anos 1990 e 2010 observou-se um aumento gradual de pedidos de patentes depositados no Brasil, como mostrado na Figura 2. Entretanto, este é consequência da elevação do número de não residentes procurando por proteção no mercado nacional e utilizando o Tratado de Cooperação de Patente (PCT), sendo que os demais tipos, como Modelos de Utilidade (MU) e Privilégio de Invenção (PI) permanecem praticamente constantes ao longo do período (MCTI, 2011)¹. Segundo o Instituto Nacional da Propriedade Industrial Modelo de utilidade (MU) é um:

[...] objeto de uso prático, ou parte deste, suscetível de aplicação industrial, que apresente nova forma ou disposição, envolvendo ato inventivo, que resulte em melhoria funcional no seu uso ou em sua fabricação (INPI, 2012).

¹ A partir de 2012, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) passou a ser denominado de Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Privilégios de Invenção são “produtos ou processos que atendam aos requisitos de atividade inventiva, novidade e aplicação industrial”, e o Tratado de Cooperação de Patente (PCT) trata dos pedidos oriundos do país visando uma proteção em outros países, ou pedidos de outros países a procura de proteção no Brasil (INPI, 2012).

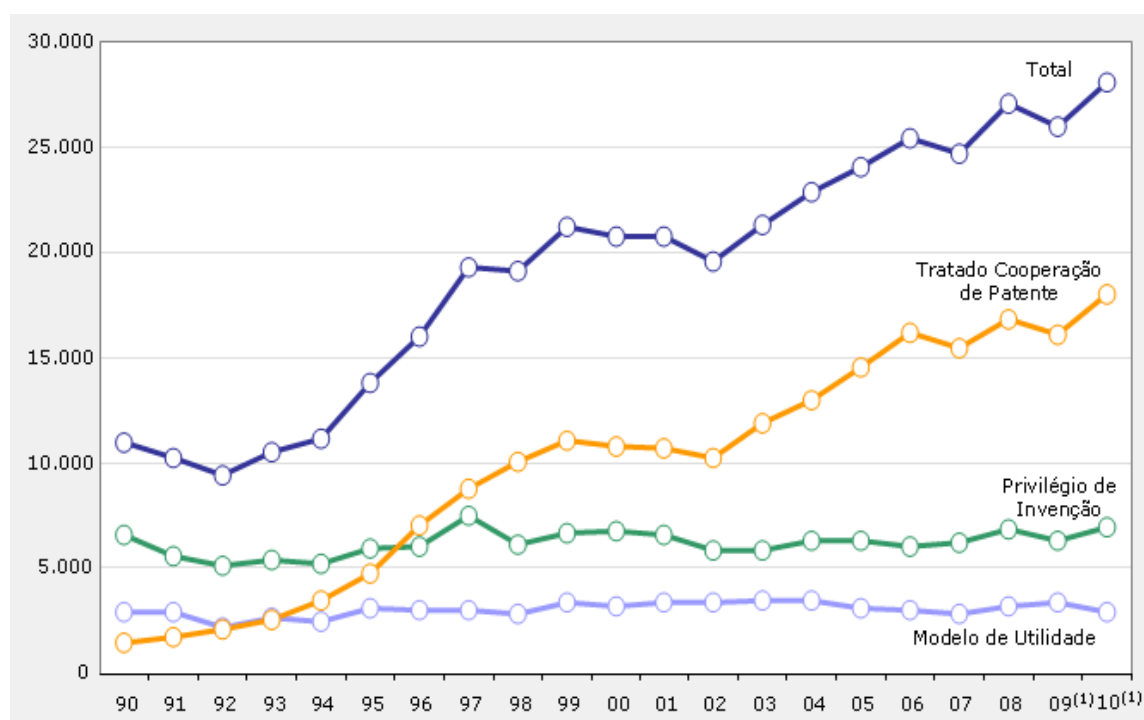


FIGURA 2 - PEDIDOS DE PATENTES DEPOSITADOS NO INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI), SEGUNDO TIPOS, 1990-2010.
FONTE: MCTI, 2012.

Outro indicador importante para o processo de inovação é o investimento em P&D (OCDE, 2002). Em 2009, no Brasil, os investimentos realizados pelos governo federal e estaduais, equivalem aos investimentos realizados pelo setor empresarial, como demonstrado na tabela 1 (MCTI, 2011).

Mesmo assim, os investimentos em P&D realizados no Brasil (1,19%), tomando como referência o produto interno bruto (PIB), são aproximadamente três vezes inferiores aos do Japão (3,44%), ficando atrás de países como a Coreia (3,36%), Estados Unidos da América (2,79%), Cingapura (2,61%), Portugal (1,66%) e Rússia (1,24%) (MCTI, 2012), como mostrado na Figura 3.

TABELA 1 – DISPÊNDIOS EM P&D NO BRASIL EM 2009

	Dispêndios em P&D(*)	% em relação ao PIB
Governo Federal	13.461,90	0,42%
Governos Estaduais	6.036,20	0,19%
Setor Empresarial	18.299,50	0,58%
Total	37.797,60	1,19%

FONTE: MCTI, 2011

(*) EM MILHÕES DE R\$

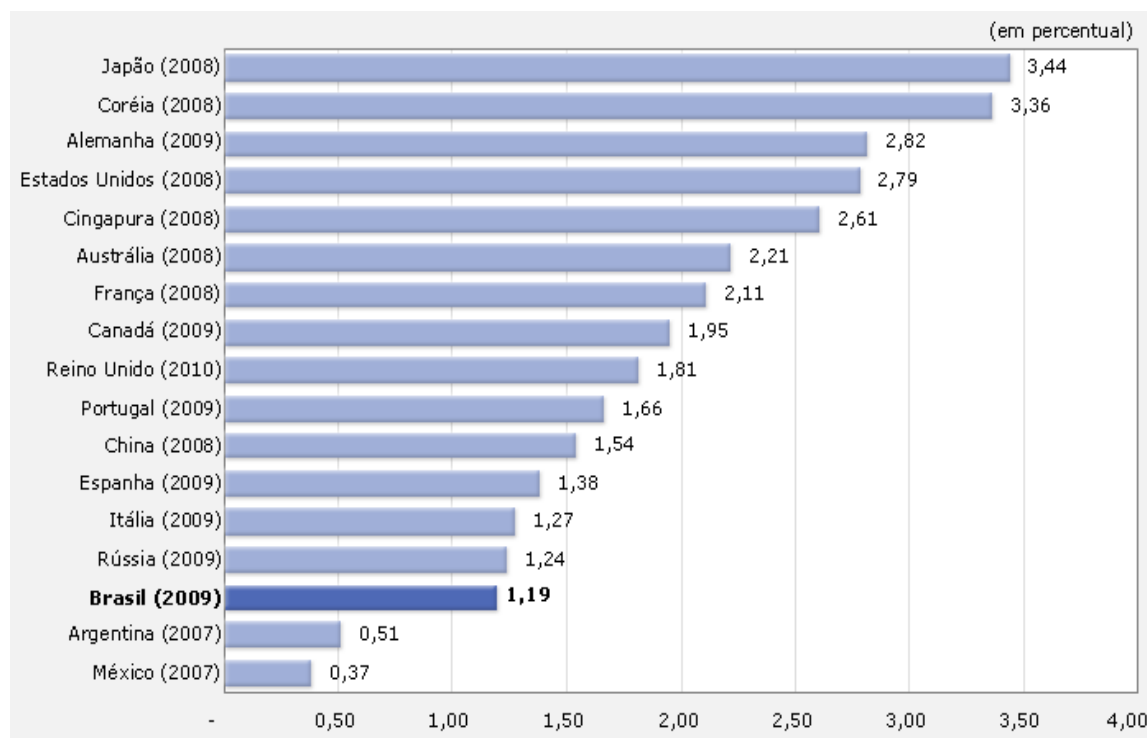


FIGURA 3 - DISPÊNDIOS NACIONAIS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D), EM RELAÇÃO AO PRODUTO INTERNO BRUTO (PIB), PAÍSES SELECIONADOS.
FONTE: MCTI, 2012.

Outro fator abordado na Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC) como um dos indicadores de inovação, é o acesso ao conhecimento contido nas universidades e institutos de pesquisa. (IBGE, 2010) Das 41.262 empresas que implementaram inovações, aproximadamente 3% destas praticaram alguma atividade de P&D ou ensaios para testes de produtos em cooperação com universidades ou institutos de pesquisa, e aproximadamente 7% consideraram esta cooperação de importância baixa e não relevante para as inovações implementadas

(IBGE, 2010). Estes resultados corroboram com a pesquisa de Suzigan et al (2011), onde constatou-se que as instituições de ensino e pesquisa brasileiras não conseguem mobilizar seus pesquisadores, cientistas e engenheiros em atividades de inovação em conjunto com empresas, situação diferente que ocorre em países desenvolvidos.

Para fomentar esta colaboração, a Lei nº 10.973, promulgada em dois de dezembro de 2004 (BRASIL, 2004), mais conhecida como Lei de Inovação, faz parte do marco legal que busca criar no país um ambiente favorável à inovação, identificando como seus principais atores as empresas, Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT), agências de fomento, fundos de investimento e o inventor independente. A mesma dispõe sobre incentivos na esfera federal à inovação e à pesquisa científica e tecnológica nas empresas. Entretanto, na esfera estadual, há a necessidade dos estados da União promulgarem suas próprias leis estaduais de inovação. Até o momento, apenas os estados do Amazonas, Mato Grosso, Santa Catarina, Minas Gerais, São Paulo, Ceará, Pernambuco, Rio de Janeiro, Bahia, Alagoas, Rio Grande do Sul, Sergipe e Espírito Santo, possuem leis estaduais de inovação promulgadas (MCTI, 2011). Mais recentemente, em setembro de 2012 o estado do Paraná promulgou a sua Lei Estadual de Inovação sob o número 17314 (Paraná, 2013).

Segundo Horácio (2008a), a proximidade entre o conhecimento científico, localizado principalmente nas universidades e institutos de pesquisa, e inovações de produto ou processo, implementadas pelas empresas, torna-se uma condição necessária para que estas viabilizem seus lucros no mercado. Assim, muitos desenvolvimentos de produtos, processos ou serviços iniciam-se nas universidades, utilizando seus laboratórios, passando posteriormente a integrar os quadros de incubadoras de empresas (DO NASCIMENTO, 2011). Estas passam então a exercer um papel importante para apoiar o desenvolvimento destes novos negócios, oferecendo uma infraestrutura básica nos seus primeiros anos de vida (FELIX, 2009).

Mas como estas empresas irão sobreviver no mercado sem o acesso aos laboratórios das universidades? Esta questão foi investigada por LIMA et al (2010) ao pesquisar as dificuldades das empresas nascentes ao utilizarem incubadoras de empresas de base tecnológica. Ao questionar sobre a infraestrutura oferecida pelas incubadoras, o apoio mais demandado foi o de laboratórios, seguido de ambiente

físico, feiras e exposições, suporte a fontes de financiamento e infraestrutura de comunicação.

Neste contexto, quais são as principais características e práticas de estímulo à inovação, que a gestão de uma infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento deve considerar para atender a demanda de empresas de base tecnológicas incubadas no estado do Paraná? Esta é a questão que se pretende responder com esta pesquisa.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Esta pesquisa tem como principal objetivo:

Classificar modelos de infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento com base nas suas principais características e práticas de estímulo à inovação, para instalação em incubadoras de empresas de base tecnológica no estado do Paraná.

1.2.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, será necessário atingir os seguintes objetivos específicos:

- a) caracterizar modelos de laboratórios de pesquisa e desenvolvimento existentes;
- b) identificar universidades, institutos de pesquisa, incubadoras tecnológicas e empresas incubadas pertencentes ao sistema de inovação do estado do Paraná;
- c) mapear as características e práticas de estímulo a inovação que as empresas incubadas julgam necessárias para a pesquisa e desenvolvimento de seus produtos;
- d) comparar as características e práticas caracterizadas, com os modelos de laboratórios pesquisados.

1.3 JUSTIFICATIVA

Apesar das primeiras incubadoras de empresas terem sido criadas no Brasil em 1984 (FELIX, 2009), o sistema de inovação brasileiro ainda é limitado na dinâmica de relação entre empresas e universidades (SUZIGAN, 2011). Esta afirmação é comprovada pelos indicadores brasileiros de inovação, patentes, novos produtos, os quais estão abaixo de países desenvolvidos ou em desenvolvimento (IBGE, 2010; MCTI, 2012). Tais indicadores apontam à necessidade de pesquisa no âmbito do apoio a criação de novos negócios com base em produtos tecnológicos, sua relação ao sistema de inovação regional e nacional.

Assim, espera-se que esta pesquisa disponibilize aos responsáveis pela construção de políticas públicas de apoio a inovação, um panorama da demanda por infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento, identificando quais os fatores estratégicos que podem contribuir para a melhoria destes indicadores.

Sob a perspectiva acadêmica, esta pesquisa utiliza o Método de Análise Hierárquica (AHP), um critério único de síntese utilizado no apoio a tomada de decisão para classificação de atividades estratégicas na operação de laboratório de P&D.

Com os resultados encontrados na aplicação da AHP, as incubadoras do estado do Paraná poderão oferecer a suas empresas incubadas uma infraestrutura de apoio mais adequada, resultando em um processo de graduação eficaz e eficiente.

Finalmente, este trabalho também busca propiciar o estudo das demandas de empresas de base tecnológica incubadas com as universidades e institutos de pesquisa do estado do Paraná, durante a inserção no mercado de um novo produto no mercado, bem como embasar trabalhos futuros sobre a operação, modelo de negócio e plano estratégico, voltados à infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento, bem como sua integração com os sistemas de inovação disponíveis.

1.4 LIMITAÇÕES

Devido à extensão e a complexidade do estudo de sistemas de inovação e as relações entre seus diversos atores, algumas delimitações são necessárias. O

escopo do presente se limita ao estudo do sistema de inovação do estado do Paraná. Serão utilizadas informações sobre as universidades federais, estaduais e privadas, centros e institutos de pesquisa, incubadoras de empresas e parques tecnológicos, as quais fazem parte do Cadastro de Informações Institucionais (CADI) da Plataforma Lattes, pertencente ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, 2012).

Também serão estudadas as organizações pertencentes às incubadoras de empresas de base tecnológica, excluindo-se aquelas sem relação com a manufatura discreta, tal como, tecnologias agropecuárias e biológicas. Dentre estas, também serão excluídas as empresas e incubadoras cujo principal atividade está relacionada ao desenvolvimento de programas de computador, devido a dificuldade em caracterizar quando este pode ser classificado como pesquisa e desenvolvimento (OCDE, 2002; IBGE, 2010).

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo introduz o tema da pesquisa, definindo seus objetivos, justificativa, limitações e as etapas necessárias para sua conclusão. O capítulo 2 apresenta o referencial teórico para o desenvolvimento do projeto de pesquisa. São abordados os conceitos de pesquisa e desenvolvimento, sistemas de inovação e o papel de cada um de seus atores, e ao final do capítulo, é realizado um levantamento das principais características de alguns modelos de infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento utilizados no mundo.

O capítulo 3 apresenta os resultados obtidos na pesquisa documental a respeito do sistema de inovação paranaense, e suas instituições de pesquisa e desenvolvimento, além de incubadoras de empresas de base tecnológica pesquisadas.

O capítulo 4 apresenta a metodologia utilizada na pesquisa para coleta e tratamento dos dados. Para a coleta dos dados, optou-se por utilizar um questionário aplicado as empresas incubadas identificadas como população de estudo da pesquisa. Por fim, para o tratamento dos dados obtidos com a pesquisa, optou-se por utilizar o método de análise hierárquica (AHP) e o método de análise em rede

(ANP). A descrição do método, como eles aplicam-se a pesquisa e os motivos das escolhas também são descritos neste capítulo.

O desenvolvimento do questionário, seu teste, e a construção da hierarquia, necessários para aplicação dos métodos utilizados, são tratados no capítulo 5. No capítulo 6 são apresentados os resultados obtidos em cada etapa desta pesquisa, os quais são analisados e discutidos no capítulo 7. Neste último capítulo são também são indicados possíveis trabalhos futuros, desdobramentos deste trabalho de pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A situação econômica imprevisível e o ambiente de negócios competitivo tornam a inovação uma das maneiras para que as organizações fiquem a frente da concorrência, sendo a pesquisa e desenvolvimento a estratégia para a criação de tecnologias que a viabilizam (EBRAHIM, 2010; OCDE, 2010). A P&D foi percebida como vantagem estratégica por grandes empresas como DuPont, GE, Westinghouse, IBM, Kodak, Xerox e AT&T, quando durante o século XX criaram laboratórios próprios de pesquisa (PISANO, 2010).

Países desenvolvidos possuem incentivos a P&D há algum tempo, Canadá desde 1944, Estados Unidos da América desde 1954 e Austrália desde 1986 (SALERMO E KUBOTA, 2008). No Brasil existe um conjunto de políticas de incentivo à inovação tecnológica que tem como objetivo elevar os investimentos de P&D nas empresas (LABIAK JR, 2011). Segundo Labiak Jr (2011) e Salermo e Kubota (2008), além de recursos disponíveis através de Fundos Setoriais da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), destacam-se:

- a) Lei de Inovação (Lei nº 10.973, de 02/12/2004), que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo;
- b) Lei de Informática (Lei nº 8.248, de 23/10/1991 alterada pelas Leis nº 10.176/01 e 11.077/04), aborda a capacitação e competitividade do setor de informática e automação;
- c) Lei do Bem (Lei nº 11.196, de 21/11/2005), dispõe sobre incentivos fiscais para a inovação tecnológica, e outras providências.

Para usufruir destes benefícios, é necessário atender a um conjunto de normas e procedimentos, os quais dependem do conceito de pesquisa e desenvolvimento e do conhecimento sobre os apoios disponíveis no sistema de inovação, em especial aqueles oferecidos por incubadoras de empresa e parques tecnológicos. A Figura 4 demonstra esta relação.

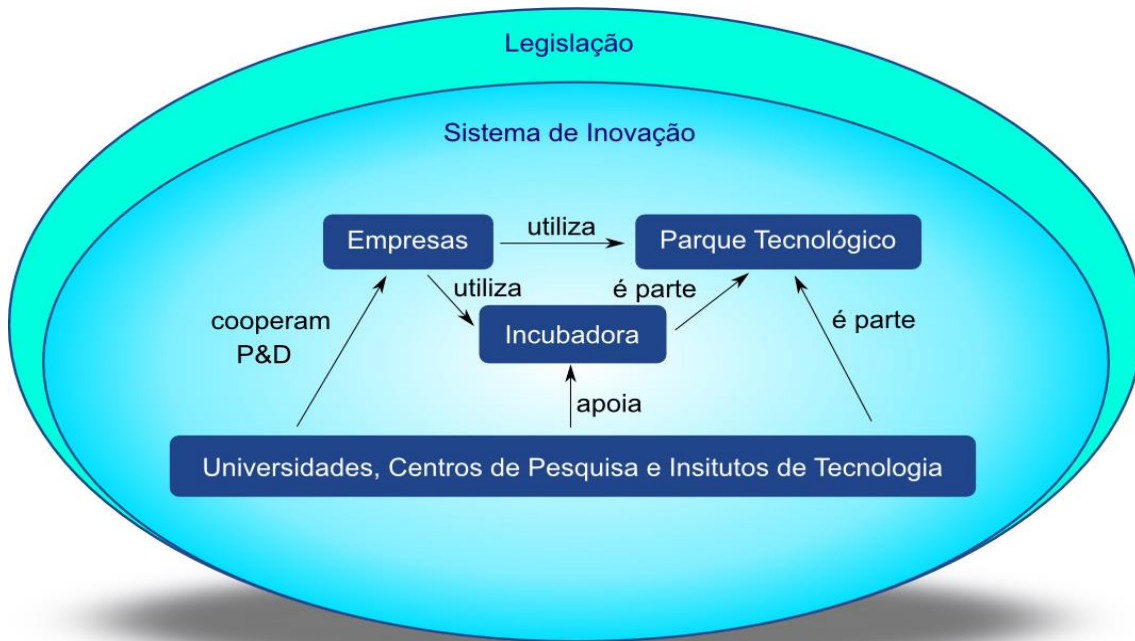


FIGURA 4 – RELAÇÃO ENTRE OS TEMAS ABORDADOS NO REFERENCIAL TEÓRICO
 FONTE: O AUTOR (2012)

Os tópicos apresentados na Figura 4, são abordados neste capítulo, o qual tem em seu escopo, o conceito de sistemas de inovação e uma análise de alguns modelos de infraestrutura de P&D utilizados no mundo.

2.1 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO: CONCEITO

Em 1963 foi desenvolvida em um encontro da OCDE com especialistas em estatísticas em P&D de diversos países, a primeira versão do Manual Frascati, cujo propósito era o de buscar uma padronização de conceitos e métricas de pesquisa, os quais serviriam para uma comparação entre as nações participantes da OCDE. Em sua última versão, de 2002, o Manual Frascati define P&D como sendo o trabalho criativo sistemático com objetivo de elevar o nível de conhecimento, incluindo o conhecimento sobre o homem, a cultura e a sociedade, e seu uso para a criação de novas aplicações (OCDE, 2002).

Na Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a atividade de P&D

[...] compreende o trabalho criativo, empreendido de forma sistemática, com o objetivo de aumentar o acervo de conhecimentos e o uso destes conhecimentos para desenvolver novas aplicações, tais como produtos ou processos novos ou substancialmente aprimorados. O desenho, a construção e o teste de protótipos e de instalações-piloto constituem, muitas vezes, a fase mais importante das atividades de P&D. Inclui também o desenvolvimento de software, desde que este envolva um avanço tecnológico ou científico (IBGE, 2010).

Estas definições de P&D têm em seu escopo três atividades: pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental, onde a pesquisa básica trata dos trabalhos experimentais ou teóricos, exclusivamente com o objetivo de aumentar o conhecimento sobre um determinado assunto, sem a perspectiva de uma aplicação imediata (OCDE, 2002). Pesquisa aplicada também tem como objetivo aumentar o conhecimento, mas com um objetivo já estabelecido (OCDE, 2002). Desenvolvimento experimental é um trabalho sistemático sobre um conhecimento adquirido por pesquisa ou experiência prática, direcionada a aprimorar substancialmente ou a criação de novos materiais, produtos, dispositivos, processos, sistemas ou serviços (OCDE, 2002). Pesquisa e desenvolvimento são considerados como atividades na organização, estando ou não ela formalizada em sua estrutura organizacional (OCDE, 2002; IBGE, 2010). Esta também não é uma atividade exclusiva de um setor de P&D, pode ser realizado por qualquer um na organização (TERRA, 2007).

O Manual Frascati (OCDE, 2002) apresenta ainda algumas considerações sobre atividades que, apesar de estarem relacionadas com a P&D, não podem ser considerados como tal. Por exemplo, educação e treinamento não podem ser considerados como atividade de P&D, exceto aquelas conduzidas por estudantes de doutorado. Também não podem ser considerados serviços de informação técnica e científica, coleta de dados, testes e padronização, estudos de viabilidade, tratamentos de saúde especializados, serviços de propriedade intelectual, estudos de aplicação de políticas, desenvolvimento de programas de rotina. Apesar disso, há situações específicas em que estas atividades também podem ser consideradas como P&D (OCDE, 2002). Por outro lado, a definição utilizada na PINTEC (IBGE, 2010) já apresenta um resumo destas considerações na própria definição.

Existem também algumas atividades que, dependendo de como são realizadas, podem ou não serem consideradas como P&D. Como por exemplo, atividades de apoio e de inovação incluindo as científicas, técnicas, comerciais e financeiras

necessárias para a implantação de um novo produto ou processo, como também seu aprimoramento, para uso comercial (OCDE, 2002).

Além da publicação da OCDE, a Instrução Normativa da Receita Federal do Brasil (RFB) nº 1.187 de 29 de agosto de 2011 (BRASIL, 2011), apresenta uma definição de P&D com o objetivo de aumentar a segurança jurídica das empresas ao utilizar benefícios fiscais relacionados a seus investimentos. Além da pesquisa básica, pesquisa aplicada e do desenvolvimento experimental, esta instrução normativa acrescenta as atividades de tecnologia industrial básica e serviços de apoio técnico necessário para o desenvolvimento de um produto (BRASIL, 2011).

Tecnologia industrial básica (TIB) são aquelas tais como a aferição e calibração de máquinas e equipamentos, o projeto e a confecção de instrumentos de medida específicos, a certificação de conformidade, inclusive os ensaios correspondentes, a normalização ou a documentação técnica gerada e o patenteamento do produto ou processo desenvolvido. Serviços de apoio técnicos são aqueles que sejam indispensáveis à implantação e à manutenção das instalações ou dos equipamentos destinados, exclusivamente, à execução de projetos de pesquisa, desenvolvimento ou inovação tecnológica, bem como à capacitação dos recursos humanos a eles dedicados (BRASIL, 2011).

Como demonstrado anteriormente, a pesquisa e o desenvolvimento tem papel fundamental na geração do conhecimento (OCDE, 2002). A seguir, apresenta-se como ela também pode ser o elo entre os atores que compõem o sistema de inovação.

2.2 SISTEMA DE INOVAÇÃO

Sistemas de Inovação vem sendo amplamente estudados possuindo diversas definições (LABIAK JR, 2011; POSE, 2006; CGEE/IBQP, 2003; OCDE, 1997; LUNDVALL, 2002; CARLSSON, 2006; DOLOREUX, 2004). As apresentadas pela OCDE (1997) dos autores Freeman (1987), Lundvall (1992), Nelson (1993), Patel e Pavitt (1994), Metcalfe (1995), possuem algumas características comuns:

- a) formada por instituições públicas e privadas;
- b) operam em rede;
- c) trabalham para a criação e difusão de novas tecnologias.

Os autores também classificam os Sistemas de Inovação de acordo a sua área de abrangência em Regional ou Local (LABIAK JR, 2011), Nacional (CGEE/IBQP, 2003; OCDE, 1997; LUNDVALL, 2002) e Internacional (CARLSSON, 2006). É consenso entre os autores (LABIAK JR, 2011; POSE, 2006; CGEE/IBQP, 2003; OCDE, 1997; LUNDVALL, 2002; CARLSSON, 2006; DOLOREUX, 2004) que este recorte não é objetivo, e pode variar de acordo com o caso em análise.

Esta questão foi estudada por Hekkert et al (2007) onde propõe um outro recorte utilizando uma dimensão tecnológica, o Sistema de Inovação de Tecnologia Específica (TSIS). Hekkert et al (2007) ainda justifica esta perspectiva pela sua capacidade de acompanhar a dinâmica da inovação destas tecnologias, tornando estes sistemas de inovação menores e reduzindo sua complexidade.

Por estes motivos, é utilizado neste trabalho de pesquisa o conceito mais abrangente de Sistema de Inovação. Este independe da classificação regional ou da tecnologia utilizada.

Durante os meses de março e maio de 2009, foi realizada uma pesquisa, no âmbito da União Europeia, sobre eficácia do suporte a inovação para servir de subsídio para discussões do Programa de Empreendedorismo e Inovação (EIP) que faz parte do Programa de Competitividade e Quadro de Inovação (CIP). Foram respondidos os questionários por mais de 1.430 organizações incluindo empresas, organizações de suporte, cooperação e transferência de tecnologia (ECEI, 2009).

Esta pesquisa (ECEI, 2009) demonstrou como resultado, que as principais barreiras à inovação foram as dificuldades de acesso a financiamentos, altos custos da inovação e a falta de incentivos que facilitem a cooperação entre os atores do processo de inovação. Da mesma maneira, o suporte para obtenção de financiamento a projetos de inovação, incluindo P&D, foi o suporte mais demandado nos últimos três anos, seguidos do suporte a cooperação e sensibilização para a inovação. Entretanto, quase um terço dos respondentes (29,9%) não utilizou suporte algum. Outro parâmetro avaliado foi o grau de satisfação quanto aos serviços de suporte, onde a maioria dos respondentes manifestou sua insatisfação, sendo que, universidades, centros de pesquisa, incubadoras e parques tecnológicos estão entre as quatro entidades de que se esperava um melhor suporte a inovação.

Para melhorar esta condição, ao final do documento são propostas algumas ações no âmbito da União Europeia. Dentre elas está em melhorar o alinhamento

das políticas de suporte a pesquisa às micro e pequenas empresas. Apesar de existirem fundos destinados ao suporte de pesquisa e desenvolvimento por micro e pequenas empresas (cerca de € 5 bilhões), esta participação ainda é pequena em projetos de pesquisa de longa duração. Dentre os motivos apresentados estão a grande carga administrativa, procedimentos complicados, ciclos de projetos longos e a demora na formalização de contratos com fundos públicos para o desenvolvimento do negócio e da inovação (ECEI, 2009).

A pesquisa descrita anteriormente possui aspectos similares aos resultados encontrados na Pesquisa de Inovação Tecnológica (IBGE, 2010) realizada no Brasil referente aos anos 2006 a 2008. Ambas as pesquisas apontam a dificuldade no suporte ao acesso a fundos de investimentos e a necessidades de cooperação com universidades e suporte público. Entretanto, a pesquisa da União Europeia preocupou-se em obter informações sobre a satisfação dos serviços de apoio existentes.

Apresenta-se a seguir as principais instituições pertencentes aos sistemas de inovação, os parques tecnológicos, incubadoras de empresas e as infraestruturas de pesquisa e desenvolvimento.

2.3 PARQUES TECNOLÓGICOS E INCUBADORAS

A construção de ambientes que ampliam as possibilidades de inovar e que favorecem o desenvolvimento desta cultura faz parte das agendas políticas de países desenvolvidos como os Estados Unidos da América (DO NASCIMENTO, 2011; SALERMO, 2008). Para do Nascimento (2011), dentre estes ambientes estão os parques tecnológicos, as incubadoras de empresas, pré-incubadoras e os Sistemas Regionais de Inovação (SRI).

As pré-incubadoras são ambientes, comumente localizadas em universidades, e fornecem o apoio a novos empreendedores para construção de um estudo de viabilidade técnica e econômica do negócio, plano de negócio, marketing e planejamento estratégico. Em alguns casos apoiam o desenvolvimento de protótipos, onde, a infraestrutura física da entidade que a abriga, é utilizada para o desenvolvimento e testes (DO NASCIMENTO, 2011).

De posse dos planos e outros documentos que tornam o novo negócio tangível para análise, os empreendedores podem ingressar em uma incubadora de empresas, passando por um processo de seleção. Em alguns casos, as pré-incubadoras e as incubadoras confundem-se, podendo compor um mesmo ambiente (DO NASCIMENTO, 2011). Da Silva (2009) classifica as incubadoras em de base tecnológica, dos setores tradicionais e de empresas mistas. Segundo Do Nascimento (2011), estas também podem ser: culturais, de cooperativa, sociais, de desing ou de turismo.

Pré-incubadoras, incubadoras e parque tecnológicos tem os mesmos objetivos, incentivar a criação de empresas, aproximar o meio acadêmico e o mercado, estimular o empreendedorismo e a criação de novos produtos e serviços (DO NASCIMENTO, 2011). Segundo Pereira et al (2010), as incubadoras de empresas possuem um papel primordial viabilizando pesquisas e criação de novos produtos, servindo como instrumentos de apoio e fortalecimento dos sistemas de inovação do qual faz parte. Entretanto, estes acontecem em etapas diferentes do processo de desenvolvimento do negócio. A primeira na sua concepção, a segunda no nascimento e primeiros anos de vida e o terceiro no amadurecimento do empreendimento.

Portanto, similar a uma incubadora, um Parque Tecnológico é um empreendimento imobiliário que abriga simultaneamente empresas inovadoras direcionadas ao mercado e instituições de ciência e tecnologia com missões relacionadas à produção e compartilhamento do conhecimento (HORÁCIO, 2008c).

Hoffman apud Annerstedt e Haselmayer (2010) ainda classificam os Parques Tecnológicos em primeira, segunda e terceira geração. Os parques de primeira e segunda geração constituem em uma extensão das universidades, abrigando empresas criadas a partir de projetos de pesquisa lá realizadas, sendo que, para as incubadoras de segunda geração, a tomada de decisão sob os projetos que lá irão ingressar levam em consideração o direcionamento ao mercado. A terceira geração engloba os conceitos das duas gerações anteriores sendo geridas por profissionais especialistas em apoio à inovação (Hoffman apud Annerstedt e Haselmayer, 2010).

Para consolidar a relação entre a geração de conhecimento e estes ambientes favoráveis à criação de novos negócios, apresenta-se a seguir alguns modelos de infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento.

2.4 MODELOS DE INFRAESTRUTURA P&D

Como apresentado anteriormente, as relações entre os diversos atores nos sistemas de inovação podem ser muito complexas (LABIAK JR, 2011; POSE, 2006; CGEE/IBQP, 2003; OCDE, 1997; LUNDVALL, 2002; CARLSSON, 2006). Isto vem permitindo a pesquisa e criação de diversos modelos de interação entre infraestruturas de pesquisa e desenvolvimento com as empresas.

Dentre estes modelos, aprofunda-se neste trabalho o estudo sobre sete destes. Os modelos foram selecionados a partir da disponibilidade de informações e publicações disponíveis. Foram analisados os laboratórios próprios das empresas, laboratórios de universidades e institutos de pesquisa, laboratórios prestadores de serviços de P&D, laboratórios remoto, laboratório virtual, laboratório multiusuário e o conceito de FabLab do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT).

O fator comum entre os modelos selecionados está no fato de que suas atividades de P&D são realizadas em laboratórios. Segundo o dicionário Michaelis (2011), um laboratório é um lugar de trabalho e investigação científica e, portanto, é uma infraestrutura intimamente ligada a pesquisa.

Assim, um laboratório de P&D é um lugar com a infraestrutura necessária para realizar P&D cientificamente. Esta infraestrutura pode variar de acordo com o objetivo do laboratório, mas segundo a Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos da América (NAS, 2000), um laboratório bem sucedido é aquele que oferece laboratórios flexíveis e eficientes, oferece segurança aos seus trabalhadores, é compatível com os ambientes vizinhos, tem suporte da comunidade próxima e agências governamentais, e construído buscando a eficiência em custos. Para identificar as principais características de infraestrutura de P&D, serão apresentados a seguir alguns modelos utilizados pelo mundo, os laboratórios próprios, laboratório de universidades e institutos de pesquisa, laboratórios prestadores de serviço, remoto, virtual, FabLab e os laboratórios multiusuário.

2.4.1 Laboratório próprio

Este laboratório é o mais comum entre as grandes organizações. Normalmente estes fazem parte de um setor de P&D, focado apenas no desenvolvimento de novos produtos ou serviços. Segundo dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica

(PINTEC) realizada em 2008, foram 3.444 empresas que investiram sistematicamente R\$ 14.851.645.000 em atividades internas de P&D entre 2006 e 2008. Nestas empresas, 73.265 pessoas estão dedicadas às atividades de P&D, sendo aproximadamente 80% com dedicação exclusiva e 20% com dedicação parcial, destes aproximadamente 14% com pós-graduação, 48% com graduação, 27% com nível médio e 12% para demais níveis de formação. Foram considerados na pesquisa apenas aquelas empresas que implementaram inovações, ou seja, excluem-se deste número a P&D que não gerou inovação (IBGE, 2010). As duas maiores empresas representantes deste segmento no país são a Empresa Brasileira de Aeronáutica (EMBRAER) e a Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS).

A EMBRAER, quarta maior fabricante de aeronaves do mundo, possui uma história de pesquisa e desenvolvimento. A família de jatos Embraer 170, 175, 190 e 195 custou US\$ 850 milhões e 50 pessoas trabalhando no desenvolvimento de tecnologias das próximas gerações de aeronaves, e outros 2,5 mil funcionários na concepção de novos produtos e equipamentos. Destas 343 pessoas são mestres e doutores. Com a Petrobras não foi diferente. Empresa criada em 1953 trabalha na exploração, transporte, refino e distribuição de petróleo e gás. Investe anualmente 1% de seu faturamento em P&D, principalmente no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES), o centro de pesquisa da Petrobras. São 1,6 mil funcionários em 30 unidades piloto e 137 laboratórios, desenvolvendo cerca de 200 novos projetos de pesquisa por ano. A Petrobras se destaca nas tecnologias de produção de petróleo em águas profundas e ultra profundas, recuperação de petróleo das jazidas, tecnologias de refino e novas fontes de energia (GANEM et al, 2006).

Outros centros de P&D de empresas em destaque no Brasil são o da Bosch localizado em Campinas e da DuPont em Paulínia, ambos no estado de São Paulo. O Centro de P&D da Bosch foi responsável pelo desenvolvimento da tecnologia *flex fuel* que permite a utilização pelo proprietário do automóvel utilizar misturas de gasolina com álcool hidratado, combustíveis disponíveis no país. Mais recentemente foi desenvolvida no mesmo centro de pesquisa a tecnologia *flex start* que dispensa a necessidade do reservatório para partida utilizando o *flex fuel* (ANPEI, 2012a).

O Centro de Inovação da DuPont realiza pesquisas em laboratórios nas áreas de sementes, biocombustíveis, polímeros e embalagens industriais, tintas

automotivas e tecnologias para proteção. São 25 pesquisadores com acesso a rede de 9.500 cientistas, químicos e engenheiros situados em outros 150 centros de inovação da empresa (ANPEI, 2012a).

2.4.2 Laboratório de universidades e institutos de pesquisa

É cada vez mais ampla a necessidade de cooperação entre empresas e institutos de ciência e tecnologia (ICT), como as universidades e instituições de pesquisas tecnológicas (IPT). A necessidade de conhecimento muitas vezes extrapola os limites físicos das organizações, propiciando um ambiente favorável à cooperação entre empresas e ICTs (ANPEI, 2012b). Entretanto, de 41.262 empresas que implementaram inovação, aproximadamente 3% destas praticaram alguma atividade de P&D e ensaios para testes de produtos em cooperação com universidades ou institutos de pesquisa, e aproximadamente 7% consideraram esta cooperação de importância baixa e não relevante para as inovações implementadas (IBGE, 2010; DO NASCIMENTO, 2011).

Importante enfatizar que este é um dos pontos em que o Brasil não segue completamente o Manual Frascati (OCDE, 2011), pois como descrito anteriormente, ensaios de testes de produtos somente podem ser considerados P&D no caso de um novo produto ou com o objetivo de implementar melhorias a este (OCDE, 2002). Neste caso, os valores investidos em P&D e ensaios e testes são considerados no mesmo indicador.

Para fomentar esta colaboração, muitos têm sido os modelos para melhorar estes indicadores. A Lei nº 10.973, promulgada em 2 de dezembro de 2004, mais conhecida como Lei de Inovação, faz parte do marco legal para criar no país um ambiente favorável a inovação identificando como seus principais atores as empresas, ICTs, agências de fomento e fundos de investimento e o inventor independente. Ela dispõe sobre incentivos na esfera federal à inovação e à pesquisa científica e tecnológica nas empresas. Para a esfera estadual, há a necessidade dos estados da União promulgarem suas próprias leis estaduais de inovação. Até o momento, apenas os estados do Amazonas, Mato Grosso, Santa Catarina, Minas Gerais, São Paulo, Ceará, Pernambuco, Rio de Janeiro, Bahia, Alagoas, Rio Grande do Sul, Sergipe e Espírito Santo, possuem leis estaduais de inovação promulgadas

(MCTI, 2011). Mais recentemente, em setembro de 2012 o estado do Paraná promulgou a sua Lei Estadual de Inovação sob o número 17314 (Paraná, 2013).

Outros modelos vêm surgindo como a criação de núcleos nas universidades, focando o desenvolvimento de projetos de empresas por professores e alunos das universidades (BORSATO, 2011). Segundo a ANPEI (2012), um exemplo desta relação é a inauguração em março de 2012 de laboratórios de pesquisa pela Petrobras em cinco universidades federais no Maranhão (UFMA), Espírito Santo (UFES), Pará (UFPA), Bahia (UFBA) e Santa Catarina (UFSC). Outro exemplo é o primeiro centro de pesquisa de *smart grid* da América Latina localizado em Curitiba, no estado do Paraná, uma parceria da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) e a Siemens do Brasil (Melloni, 2012).

2.4.3 Laboratório de serviços

Muitos laboratórios têm sido estruturados para prestação de serviços de apoio a P&D. No Brasil, o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), a partir de 1985, constitui uma ação inovadora do governo para o fomento às atividades de ciência e tecnologia (C&T) no país (TEIXEIRA, 1991). No PADCT foram planejados os subprogramas de desenvolvimento: Educação para Ciências, Geociências e Tecnologia Mineral, Química e Engenharia Química, Biotecnologia e Instrumentação, bem como os subprogramas de apoio: Informação em C&T, Provimento de Insumos Essenciais, Manutenção, Tecnologia Industrial Básica e Planejamento e Gestão em C&T.

Para Teixeira (1991), dentre os principais resultados obtidos com o programa estão: consolidação de grupos de P&D; fortalecimento de infraestrutura laboratorial; modernização, ampliação, capacitação e consolidação de laboratórios especializados; e fortalecimento da capacidade de P&D nas universidades.

Outros programas sucederam o PADCT, até que em 2007 o governo federal instituiu o Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC) com o objetivo de apoiar o desenvolvimento tecnológico das empresas brasileiras e como instrumento de articulação e aproximação da comunidade científica e tecnológica com as empresas (MCTI, 2011). O programa está organizado em três tipos de redes:

- a) centros de inovação, com o objetivo de gerar e transformar conhecimentos científicos e tecnológicos em produtos, processos e protótipos com viabilidade comercial para promover inovações radicais ou incrementais;
- b) serviços tecnológicos, com o objetivo de apoiar a infraestrutura de serviços de calibração, de ensaios e análises e de avaliação da conformidade, nos âmbitos compulsório e voluntário, a capacitação de recursos humanos, o aprimoramento de gestão da qualidade laboratorial, programas de ensaio de proficiência, bem como as atividades de normalização e de regulamentação técnica, para atender as necessidades de acesso das empresas ao mercado; e
- c) extensão tecnológica, com o objetivo de promover extensão tecnológica para solucionar pequenos gargalos na gestão tecnológica, adaptação de produtos e processos e a melhoria da gestão da produção das micro, pequenas e médias empresas.

A Figura 5 mostra o modelo de gestão do programa SIBRATEC.

Portanto, existem no país diversas redes temáticas capazes de oferecer serviços de apoio a P&D de novos produtos e contribuindo para aumento do valor agregado de faturamento, produtividade e competitividade nos mercados interno e externo. As redes de Centros de Inovação são: Manufatura e Bens de Capital; Microeletrônica; Eletrônica para Produtos; Vitivinicultura; Energia Solar Fotovoltaica; Plásticos e Borrachas; Visualização Avançada; Bioetanol; Equipamentos Médico, Hospitalar e Odontológico; Insumos para a Saúde Humana; Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação; Nano cosméticos; Veículos Elétricos e Insumos para Saúde e Nutrição Animal.

As redes de Serviços Tecnológicos são: produtos para a saúde; insumos farmacêuticos; medicamentos e cosméticos; sangue e hemoderivados; análise físico-química e microbiologia para alimentação; biotecnologia; saneamento e abastecimento de água; radioproteção e dosimetria; equipamentos de proteção individual; produtos e dispositivos eletrônicos; tecnologia da informação e comunicação (TIC) aplicáveis às novas mídias (TV Digital, comunicação sem fio, internet); geração, transmissão e distribuição de energia; componentes e produtos da área de defesa e segurança; biocombustíveis; produtos de manufatura mecânica;

produtos de setores tradicionais (têxtil, couro e calçados, madeira e móveis); instalações prediais e iluminação pública; monitoramento ambiental; transformados plásticos; gravimetria, orientação magnética, intensidade de campo magnético e compatibilidade eletromagnética e resíduos e contaminantes em alimentos.

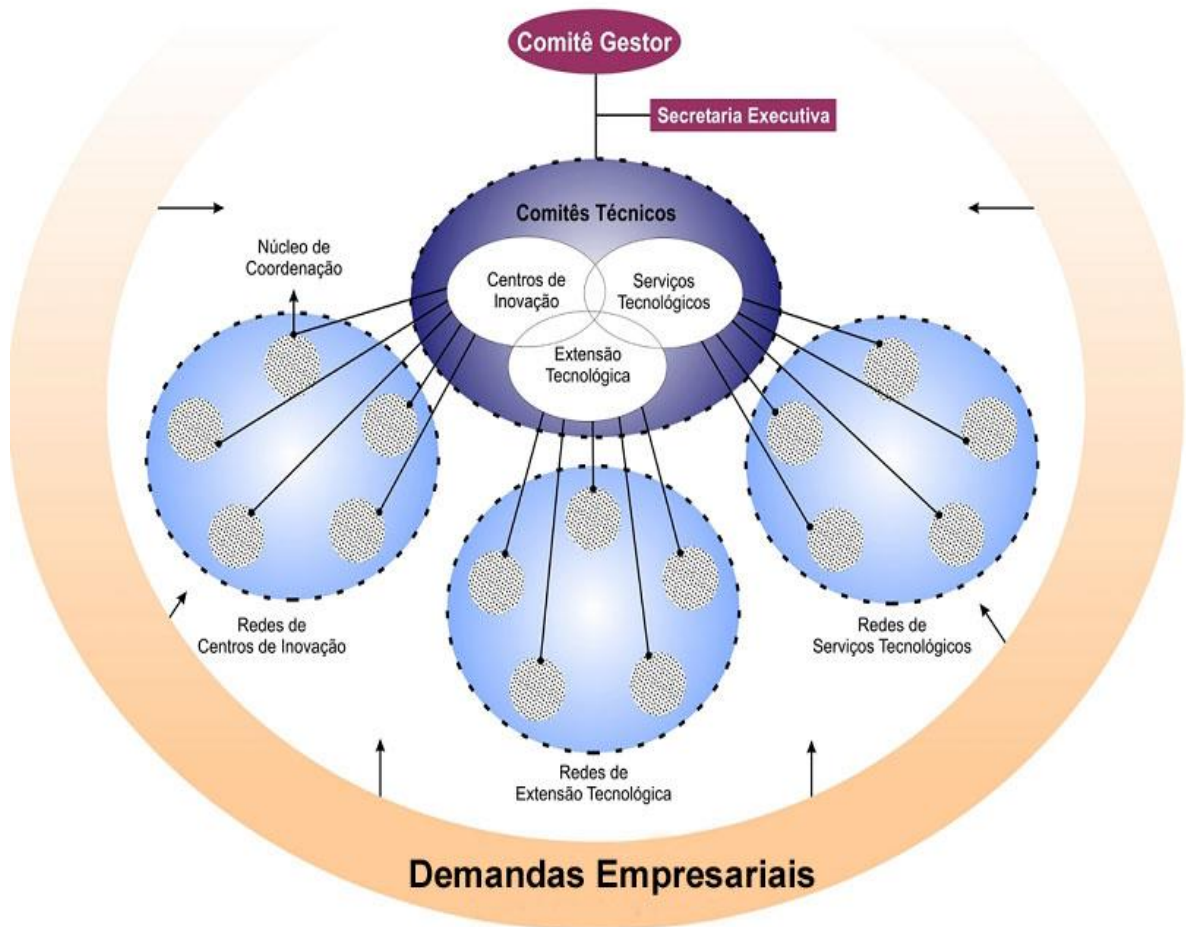


FIGURA 5 – ORGANIZAÇÃO DA REDE SIBRATEC
FONTE: MCTI (2011).

As redes de Extensão Tecnológica estão organizadas em uma para cada estado da União, com exceção dos estados do Acre, Roraima, Amapá e Maranhão (MCTI, 2011).

2.4.4 Laboratório remoto

Com a evolução das tecnologias de informação e comunicação (TIC) os equipamentos utilizados na manufatura passaram a ser automatizados e receberam interfaces de comunicação permitindo serem operados remotamente (VENKATESWARAN, 2001). Em um laboratório tradicional, o operador interage com seus equipamentos fisicamente, pressionando botões ou através de outras interfaces, para depois receber as informações de resposta visual, auditiva ou até mesmo tátil. Em um laboratório remoto, o mesmo acontece. Entretanto entre o equipamento físico e o operador existe uma outra camada de comunicação, a qual permite a interação com o usuário através de uma conexão remota como a internet (REMOTELABORATORY.COM, 2011).

Em relação as suas vantagens e desvantagens, observa-se que os laboratórios remotos possuem diversas aplicações. Para Amaratunga e Sudarshan (2002), a principal vantagem está na capacidade em disponibilizar a um maior grupo de pessoas equipamentos de alto valor. Outro fator importante é a utilização de equipamentos localizados em ambientes perigosos através de sistemas remotos, aumentando a segurança de seus operadores. Além disto, laboratórios tradicionais apresentam algumas desvantagens se comparados a laboratórios remotos. Em determinadas regiões a infraestrutura de apoio para a operação de um laboratório tradicional pode estar indisponível. Também devem ser considerados os altos custos para manter diversos laboratórios similares a fim de torná-los disponíveis alunos em diferentes localidades. Ao contrário, laboratórios remotos podem operar 24 horas por dia, sendo acessados de onde quer que exista uma conexão com a internet, além de oferecer um melhor aproveitamento dos recursos devido a infraestrutura compartilhada, e permitindo a utilização do ensino a distância (REMOTELABORATORY.COM, 2011).

No Brasil, existem algumas iniciativas que aplicam este conceito. É o caso do WebMachining, sistema montado em laboratório que, utilizando uma estrutura cliente/servidor e tecnologias baseadas em features, permite a integração das atividades de projeto, planejamento do processo e a manufatura, para a confecção de peças rotacionais (ÁLVARES, 2005; FERREIRA, 2001). Também existem pesquisas sobre laboratórios remotos voltados ao ensino de engenharia elétrica,

especificamente em automação e controle (CAMPO, 2008) e ensino sobre qualidade de energia elétrica (RAPANELLO, 2008).

2.4.5 Laboratório virtual

São laboratórios que não existem fisicamente, os quais utilizam ambientes virtuais para simularem alguns aspectos do desenvolvimento de produtos ou processos de manufatura (CHOI, 2007). Em um exemplo de aplicação, antes mesmo da fabricação das maquetes, a Embraer utilizou para o desenvolvimento da família de jatos 170, 175, 190 e 195 um sistema de realidade virtual para auxiliar no projeto das peças (GANEM et al, 2006). Outras aplicações utilizam supercomputadores para realizar simulações de alta complexidade. É o que ocorre com a SuperSINET. Segundo Tsuda (2008), é uma rede de computadores que interliga dezesseis institutos de pesquisa no Japão, com o objetivo de oferecer aos pesquisadores um ambiente confortável para pesquisas em fusões nucleares nos supercomputadores Instituto Nacional para Ciência da Fusão (NIFS).

2.4.6 Fab Lab

É incontestável os benefícios obtidos com a revolução das tecnologias de informação e comunicação (TIC). Os recursos e a infraestrutura que antes eram necessários para revelar uma fotografia ou fazer um filme eram muito maiores do que é necessário hoje com a utilização de câmeras digitais e programas de computador disponíveis gratuitamente na internet (MIKHAK et al, 2002). Segundo Troxler e Schweikert (2010) apud Gershenfeld (2005), algo similar está ocorrendo para os processos produtivos, onde a tecnologia está permitindo a um custo baixo a “produção pessoal”.

Sob este novo paradigma, Neil Gershenfeld e sua equipe do Centro de Bits e Átomos (CBA) do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) propuseram o conceito de Fab Lab, ou Laboratório de Fabricação do inglês *Fabrication Laboratory* (TROXLER E SCHWEIKERT, 2010). Nele, pessoas poderão materializar suas ideias utilizando máquinas controladas por computador para criar quase qualquer coisa.

Neste modelo, o grande diferencial é o custo baixo dos equipamentos necessários para montar o laboratório. Segundo Gershedfeld et al (2002) é possível montar um laboratório com cerca de USD \$ 13.500. Assim, implantação de laboratórios deste modelo é bem acessível a quase qualquer empreendedor. São 45 laboratórios que pertencem a rede (TROXLER E WOLF, 2010).

Segundo Troxler e Wolf (2010), destes 45 laboratórios apenas 12 são parcialmente abertos ao público, mas também atendem a estudantes, pesquisadores, empresas e o público em geral. Destes, 8 laboratórios afirmaram que atendem na maioria estudantes, 3 efetivamente atendem o público em geral e, apenas um, trabalha com pesquisadores e empresas.

2.4.7 Laboratório multiusuário

Segundo CARLOTTO (2008) um laboratório multiusuário é aquele que não se restringe ao atendimento de pesquisadores de instituições públicas, mas permite que sua infraestrutura seja utilizada por empresas e outras instituições públicas ou privadas, as quais visem pesquisa. É o caso do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) localizado no Polo II de Alta Tecnologia de Campinas, Estado de São Paulo. Este laboratório é utilizado por pesquisadores contratados da instituição da qual faz parte, mas também por pesquisadores de outras instituições.

Para ter direito de acesso gratuito ao laboratório, pesquisadores externos propõem sua pesquisa a um comitê científico que aprova, ou não, sua utilização. No caso de empresas estas também podem optar por contratar horas de utilização da infraestrutura ou por firmar convênios (CARLOTTO, 2008).

Outros dois laboratórios multiusuários estão fazendo parte da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). O primeiro é o Laboratório Multiusuário de Análise Molecular Tecidual Multimodal da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) com 250 metros quadrados e equipamentos que permitem a análise de tecidos obtidos de biópsias, cirurgias e modelos animais, cujo agendamento de utilização destes equipamentos é realizado por um sítio de internet (FAPESP, 2012a). O segundo é o laboratório multiusuário do Instituto de Física Gleb Wataghin (IFGW) que possibilita acesso de pesquisadores inclusive de outras instituições de pesquisa em um total de 35 equipamentos (FAPESP, 2012b).

Este modelo de laboratório vem tornando-se cada vez mais comuns em instituições de pesquisa e de ensino, sendo financiados por órgãos de apoio a pesquisa e desenvolvimento tal como a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) em editais de fomento a infraestrutura de pesquisa (FINEP, 2010).

2.5 TRABALHOS CORRELATOS

Durante a pesquisa sobre o referencial teórico, foram identificadas algumas publicações que, não puderam ser utilizados nos tópicos anteriores, mas possuem aspectos importantes para discussão do trabalho. Leite (2011) analisou os indicadores da PINTEC de 2008, Zammar (2010) avaliou a infraestrutura necessária para implantação de um Parque Tecnológico, Shima et al (2011) analisaram a relação entre universidade e empresa no estado do Paraná e Somsuk et al (2012) identificaram fatores de sucesso para incubadoras. Ainda, Da Costa (2010) avaliou os serviços prestados por uma incubadora de empresas, Pereira et al (2010) realizaram um cruzamento da área de atuação das empresas incubadas com as principais atividades econômicas na sua região, Khalid (2012) avaliou os principais processos utilizados durante a incubação de empresas e Jung, Ribeiro e Caten (2008) analisaram o modelo de P&D utilizado no financiamento público.

Os resultados da PINTEC de 2008 (IBGE, 2010) foram analisados por Leite (2011) a fim de identificar quais são os principais fatores que influenciam a probabilidade de ocorrência de inovação tecnológica nas micro e pequenas empresas brasileiras, bem como uma comparação entre os sistemas nacionais de inovação da antiga União Soviética, Japão, América Latina e Leste Asiático, Brasil e Coréia do Sul nas décadas de 1970 e 1980. Os principais fatores abordados foram a proporção de despesas em P&D com relação ao produto interno bruto (PIB), investimentos em pesquisa e desenvolvimento pela indústria, comercialização de tecnologias. Ainda segundo Leite (2011, pag. 80), nas empresas japonesas as fábricas são extensões dos laboratórios de P&D, cooperando com laboratórios de universidades, centros de pesquisa e concorrentes. De um total de 10 variáveis independentes analisadas, estão presentes parâmetros quanto ao número de empregados na empresa, equipe de P&D incluindo sua qualificação, vínculo com

incubadora ou parque tecnológico, aquisição de conhecimento e cooperação com empresas concorrentes (Leite, 2011, pág. 162).

Os principais resultados obtidos por Leite foram:

[...] um departamento de P&D na empresa e a sua colaboração com universidades e centros de pesquisa aumentam substancialmente a probabilidade de ocorrência de inovações nas empresas, tanto em produto como em processo, e tanto para o mercado nacional como para o mercado mundial, mesmo que o departamento de P&D da empresa não possua mestres ou doutores (LEITE, 2011, p. 232).

[...] a presença de mestres e doutores no departamento de P&D da empresa aumenta ainda mais a probabilidade de ocorrência de inovações nas empresas (LEITE, 2011, p. 232).

Foi comprovado por Leite (2011, pág. 234, apud ETZKOWITZ, 2000; MOWERY e SAMPAT, 2005; TSAI et al., 2009) que o vínculo da empresa a uma incubadora ou um parque tecnológico é importante para a absorção de conhecimentos, bem como para a identificação e aproveitamento de oportunidades de negócios Leite (2011, pág. 246) ainda sugere algumas ações com base nos resultados de sua pesquisa. Dentre elas destacam-se:

- a) formação de consórcios nos arranjos produtivos locais (APL) para a realização de atividades de P&D e inovação;
- b) estímulo a implantação de departamentos de P&D em micro e pequenas empresas brasileiras utilizando mestres e doutores na cooperação com universidades e institutos de pesquisa;
- c) criação de mecanismos de financiamento à aquisição de serviços tecnológicos ofertados pelas universidades e centros de pesquisa;
- d) estímulo à participação de micro e pequenas empresas brasileiras em incubadoras ou parques tecnológicos;
- e) estímulo ao associativismo e ao cooperativismo entre empresas, facilitando o compartilhamento de conhecimento e esforços para a implementação de inovações.

Em outro sentido, a pesquisa realizada por Zammar (2010) buscou especificar uma infraestrutura para a implantação e consolidação do parque tecnológico de Ponta Grossa, município do estado do Paraná, Brasil. Para isso, Zammar pesquisou sobre a relação entre a universidade, a empresa e o governo, conceito desenvolvido por Jorge Sábato e Natalio Botana em 1968 e denominado Triângulo de Sábato.

Foram abordados o histórico e o conceito de Parque Tecnológico, desde o primeiro parque em Stanford em Palo Alto, Estados Unidos da América, no início do século XX, e um levantamento atualizado dos Parques Tecnológicos na China, Japão, Reino Unido, França, Portugal, Estados Unidos da América e no Brasil.

Zammar (2010) aplicou um questionário com a técnica DELPHI ao Grupo Gestor do Parque Tecnológico de Ponta Grossa para identificar os fatores decisivos para o sucesso do parque. Este grupo de pessoas foi inicialmente reunido em 2006 para apoiar sua criação. Nele estão presentes representantes das universidades, centros de pesquisa, empresas e outras organizações da sociedade civil (Zammar, 2010).

Os resultados encontrados foram:

- a) 95% do grupo opinou que a localização do parque deve estar próxima a universidades;
- b) 95% consideraram primordial a existência de incubadoras no parque;
- c) quanto ao foco do parque, 55% opinaram que parque deveria focar-se nos cursos de graduação e pós-graduação existentes, para 20% o foco deveria ser definido pelo mercado e 20% considera que não deveria haver foco;
- d) 70% do grupo opinaram por um parque com natureza jurídica mista, ou seja, natureza pública e privada;
- e) considerando o critério de admissão das empresas no parque, 70% considera que a empresa deva ser de base tecnológica e 20% com P&D próprio;
- f) para a gestão das áreas do parque, 55% consideraram a locação do terreno, 20% venda do terreno para as empresas, 15% construir e locar os imóveis para as empresas e 10% consideram adequado doar os terrenos para as empresas.

Zammar (2010) também considerou a prioridade entre os fatores decisivos, e o resultado encontrado foi que a localização do terreno é o mais prioritário. Presença de incubadora, o foco e a posse do terreno foram considerados como a segunda prioridade e como menos prioritário a natureza jurídica e os critérios de admissão. Ao final Zammar (2010) compões as características da infraestrutura do Parque

Tecnológico de Ponta Grossa selecionando as opções mais significativas da pesquisa.

Shima et al (2011) pesquisaram sobre a relação entre universidade e empresas no estado do Paraná. Neste, Shima caracterizou o sistema produtivo do estado, e como formou-se o sistema de inovação paranaense. Foram incluídas as instituições como a Universidade Federal do Paraná (UFPR), Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR), Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Centro Nacional de Pesquisas Florestais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Floresta) e o Centro Nacional de Soja (Embrapa Soja), Universidade Estadual de Maringá (UEM), Universidade Estadual de Londrina (UEL) e Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC). Destacam-se as participações destas instituições na P&D e cooperação com as empresas da região. Também foram analisados a evolução dos grupos de pesquisa cadastrados no CNPq pertencentes as instituições citadas, incluindo um estudo de caso do Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR). Das considerações finais apontadas por Shima (2011), apesar posição razoável do Paraná na produção de inovações, se comparados aos outros estados na União, ainda é tímida a interação destas instituições com o setor produtivo paranaense. Como consequência, as empresas procuram informações junto a fornecedores ou instituições de pesquisa em outros estados.

Somsuk et al (2012) realizou um levantamento de fatores de sucesso para incubadoras sob a perspectiva de recursos base, classificando-as em categorias. A pesquisa foi conduzida através de questionários em dois grupos, um de 20 e outro com 18 pessoas, composto por especialistas em incubadoras de empresas e parques tecnológicos e outro de gestores de empresa que utilizaram estas instituições. Os dados foram analisados utilizando o método Q-sort para analisar a porcentagem de concordância entre os participantes. O resumo dos resultados consta do Quadro 1

	Apoio Financeiro	Apoio em Pessoal	Apoio Organizacional	Apoio Tecnológico
Fator de sucesso (concordância%)	Acesso a financiamento e capitalização (85%) Consultoria financeira (66%) Suporte administrativo (72%)	Treinamentos e workshops (75%) Especialistas em engenharia, gestão de projetos e liderança (63%) Confiança mútua e respeito (85%) Especialidade própria em gestão, marketing, plano de negócio e contabilidade (62%) Gestão de talentos (92%)	Programa de melhoria contínua e indicadores (100%) Cultura organizacional (85%) Processo de seleção (79%) Transferência de tecnologia e P&D (63%)	Infraestrutura (85%) Conhecimento tecnológico que não pode ser patentado (63%) Aplicação de tecnologias e gestão de ideias (60%)

QUADRO 1 – RESULTADO DA PESQUISA DE SOMSUK ET AL

FONTE: SOMSUK ET AL (2012)

Ao final do trabalho, Somsuk et al (2012) realizaram um estudo de caso no Parque Científico da Agência Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Tailândia.

Da Costa (2010) realizou entrevistas com empresas incubadas e o gestor do Centro Incubador de Empresas de Sergipe, localizada na Universidade Federal do Sergipe . Seu objetivo era avaliar o apoio gerencial oferecido por esta incubadora. Como resultado, a percepção do gestor foi diferente das empresas, especificamente com relação a assessoria e consultoria na gestão que foram consideradas insuficientes. As condições de infraestrutura foram consideradas adequadas pelos entrevistados.

Outra pesquisa foi realizada por Pereira et al (2010) com o objetivo realizar um cruzamento entre a área de atuação das empresas incubadas com a atividades econômicas regionais no estado do Paraná. Foram identificados 15 arranjos produtivos locais (APL) que possuíam incubadoras ou pré-incubadoras em 10 regiões do estado. Os resultados obtidos apontaram para uma baixa convergência entre a atuação das empresas e as atividades econômicas de suas regiões, das 10

regiões apenas 5 apresentaram uma relação entre o direcionamento da pesquisa e inovação e o APL.

Khalid (2012) avaliou os principais processos utilizados durante a incubação de empresas na área de tecnologia da informação e comunicação. Estes processos são seleção, monitoramento e assistência ao negócio, alocação de recursos, gestão de serviços profissionais. Para cada um destes, identificou variáveis avaliadas por um questionário. O resultado do questionário comprovou o referencial utilizado no trabalho.

Jung, Ribeiro e Caten (2008) analisaram o modelo de pesquisa e desenvolvimento utilizado no financiamento público buscando inovação tecnológica e desenvolvimento regional no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Foram abordados os requisitos para seleção, análise, acompanhamento e conclusão dos projetos de P&D sob a perspectiva do gestor principal e dos gestores das regionais. Identificou-se que há divergências entre o modelo básico como aqueles utilizados nas regionais, principalmente na etapa de registro de patente que não é realizado. A pesquisa também mostrou a necessidade do modelo utilizar parcerias em P&D e sua integração com o sistema produtivo local.

Como explicitado neste capítulo, são muitas características e processos que influenciam no sucesso do apoio a inovação em novos negócios, principalmente aqueles incubados ou localizados em parques tecnológicos. Este processo passa pela identificação das atividades de P&D, o apoio oferecido pelos sistemas de inovação disponíveis, e as incubadoras como indutores deste processo. Dentre as infraestruturas disponíveis para o apoio, foram caracterizados sete modelos de laboratórios de P&D, incluindo trabalhos correlatos ao tema. Assim, no próximo capítulo, é detalhada a metodologia que será utilizada para identificar e classificar estas características e processos para ao final, classifica-las por prioridade segundo a opinião dos empreendedores respondentes do questionário.

3 SISTEMA DE INOVAÇÃO PARANAENSE

Neste capítulo, por meio de um levantamento documental, foram identificadas as instituições de pesquisa e desenvolvimento do Paraná, pertencente ao Cadastro de Informações Institucionais (CADI) da Plataforma Lattes, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, 2012) e a relação de Instituições de Educação Superior e Cursos Cadastrados (EMEC, 2012) do Ministério da Educação (MEC). Utilizou-se este levantamento para focar o presente trabalho naquelas instituições que se mostram mais atuantes em pesquisa e desenvolvimento. Em seguida apresentam-se as incubadoras de empresas de base tecnológica, também localizadas no estado do Paraná. Algumas das incubadoras não foram relacionadas por não possuírem, no instante do levantamento, empresas que atendam aos critérios de pesquisa, ou seja, empresas de base tecnológica excluindo aquelas sem relação com a manufatura discreta, tais como tecnologias agropecuárias, biológicas, programas de computador, como descrito anteriormente no capítulo 1.

3.1 INSTITUIÇÕES DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

3.1.1 Universidades Federais

O Paraná possui duas universidades federais, a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), ambas instituições precursoras em suas áreas. A UFPR é a mais antiga universidade do Brasil e completou em 2012 cem anos de história. Possui nos campi de Curitiba o setor de Ciência Agrária, Hospital Veterinário, Polo da Comunicação, Reitoria, setor das Ciências da Saúde, Hospital de Clínicas, Centro de Visão e Departamento de Artes, Centro Politécnico, Jardim Botânico e o setor de Educação Profissional e Tecnológica. No município de Pontal do Paraná, no litoral do estado, a UFPR abriga o Centro de Estudos do Mar e ainda outros dois campi em Palotina e Matinhos (UFPR, 2012).

A UTFPR também foi a primeira universidade tecnológica do país, e teve como origem a Escola de Aprendizes e Artífices, fundada em 1909. A universidade está presente no estado do Paraná e possui campus nos municípios de Apucarana, Campo Mourão, Cornélio Procopio, Curitiba, Dois Vizinhos, Francisco Beltrão, Guarapuava, Londrina, Medianeira, Pato Branco, Ponta Grossa e Toledo (UTFPR, 2012).

3.1.2 Universidades Estaduais

O governo estadual também contribui para o sistema de inovação paranaense. São sete universidades, respectivamente, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Universidade Estadual de Maringá (UEM), Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) com campus em Cascavel, Foz do Iguaçu, Francisco Beltrão, Cândido Rondon e Toledo, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) com campus em Santa Cruz, Cascavel e Irati, Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) com campus em Bandeirantes, Cornélio Procopio e Jacarezinho, e a Universidade Estadual do Paraná com campus em Curitiba, Apucarana, Campo Mourão, Paranaguá, Paranavaí e União da Vitória (UEL, 2012; UEM, 2012; UEPG, 2012; UNIOESTE, 2012; UNICENTRO, 2012; UENP, 2012; UEP, 2012).

3.1.3 Universidades Particulares

Mesmo com o aumento da quantidade de instituições de ensino superior privada credenciada no Ministério da Educação (MEC), a quantidade destas que além de ensino realizam pesquisa e desenvolvimento e cadastradas no CADI ainda é pequena. Por este motivo, apresentam-se apenas as instituições privadas mais proeminentes e atuantes em P&D.

A Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) foi fundada em 1959 e está presente com campi nos municípios de Curitiba, São José dos Pinhais, Toledo, Londrina e Maringá. A PUCPR, pela sua Agência PUC de Ciência, Tecnologia e Inovação, não possui incubadora, mas permite a instalação de empresas de base

tecnológica no interior do seu campus, utilizando o conceito de Parque Tecnológico (PUCPR, 2012).

A Universidade Positivo iniciou seu processo de estruturação em 1988 ainda como faculdade. Somente em 2008 transformou-se em universidade. Localizada em Curitiba, oferece cerca de 50 cursos de graduação, dois doutorados e quatro programas de mestrado, além de cursos de especialização e atividades de extensão (UP, 2012).

3.1.4 Institutos de Tecnologia Públicos

O Paraná também possui inúmeros institutos de tecnologia públicos, dentre eles, destacam-se o Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR), Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

O TECPAR teve suas origens como um laboratório de análise e pesquisas em 1940. Em 1942 foi transformado no Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas (IBPT). Desde então, o TECPAR oferece soluções tecnológicas nas áreas de sistemas inteligentes, informações e estudos estratégicos, energias renováveis, medições industriais, inspeção e análise e ensaios tecnológicos. Além destes, o TECPAR também oferece serviços em educação, certificação incubação de empresas, propriedade industrial, faz parte da rede do Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT) e é responsável pela edição da revista internacional *Brazilian Archives of Biology and Technology* (BABT). Sendo que estas atividades são desenvolvidas em quatro municípios do Paraná, Curitiba, Maringá, Jacarezinho e Araucária (TECPAR, 2012).

O IAPAR é o órgão de pesquisa do estado que fornece subsídios para as políticas públicas de desenvolvimento rural. Sua sede está no município de Londrina, possuindo outros dois polos regionais em Curitiba e Ponta Grossa. Dentre os 772 funcionários, 110 são pesquisadores que desenvolvem programas de pesquisas nas áreas de agroecologia, algodão, arroz, café, cereais de inverno, culturas diversas, feijão, forrageiras, fruticultura, manejo do solo e água, milho, produção animal, propagação vegetal, recursos florestais e sistemas de produção (IAPAR, 2012).

A EMBRAPA possui duas unidades no estado do Paraná, EMBRAPA Florestas e EMBRAPA Soja. A EMBRAPA Florestas foi criada em 1978, no município de Colombo, recebendo em 1984 o Programa Nacional de Pesquisa Florestal. São quinze laboratórios nas áreas de biotecnologia, recursos genéticos florestais, ecologia florestal, sanidade florestal, solos, ciclos biogeoquímicos e tecnologia de produtos florestais. A EMBRAPA Soja está localizada próximo ao município de Londrina onde realiza pesquisa e desenvolvimento nas cadeias produtivas da soja e do girassol. Dos 290 funcionários, 63 são pesquisadores em 29 laboratórios (CNPQ, 2012; CNPSO, 2012).

3.1.5 Institutos de Tecnologia Privados

Em relação aos institutos de tecnologia de natureza privada, o Paraná conta com duas instituições privadas, as quais participam do seu sistema de inovação, o Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI-PR).

O LACTEC é um centro de pesquisa tecnológica sem fins lucrativos e desde o ano 2000 é considerado uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP). São associados ao instituto a Companhia Paranaense de Energia (COPEL), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP), Associação Comercial do Paraná (ACP) e o Instituto de Engenharia do Paraná (IEP). Localizado no município de Curitiba, dos seus 552 colaboradores, 27 doutores realizam pesquisas nas áreas de alta e baixa tensão, compatibilidade eletromagnética, estruturas civis, geoprocessamento, hidráulica, mecânica, meio ambiente, metálicos e cerâmicos, microeletrônica, óleos minerais, química aplicada, sistemas eletrônicos e tecnologia da informação (LACTEC, 2012).

O SENAI-PR é um complexo de educação profissional e tecnológica, tecnologia industrial e inovação atuante desde 1943. Conta com 40 unidades distribuídas no estado em diversas áreas do conhecimento, tais como alimentos, bebida, automotivo, celulose e papel, construção civil, cosméticos, eletroeletrônico, automação industrial, madeira e mobiliário, medicamentos, produtos médicos, metalmecânico, polímeros, tecnologia da informação, têxtil e vestuário. Possui hotéis

tecnológicos com o objetivo de orientar projetos de alunos na construção do plano de negócio para incubação em outra instituição (SENAI-PR, 2012).

3.2 INCUBADORAS TECNOLÓGICAS DO PARANÁ

Como apresentado no parágrafo 2.3 deste trabalho, as incubadoras de empresa são um importante mecanismo de incentivo a inovação e na geração de postos de trabalho. Dentre elas destacam-se as empresas de base tecnológica, cujo produto final apresenta alto valor agregado.

Apresenta-se a seguir um resumo das Incubadoras Tecnológicas situadas no estado do Paraná. Algumas delas não foram incluídas nesta pesquisa, pois não possuem empresas com as características estabelecidas nas restrições do trabalho, ou seja, empresas de base tecnológica cujos produtos classificam-se como manufatura discreta. O Quadro 2 apresenta um resumo das incubadoras, instituições apoiadoras, município e a quantidade de empresas a serem convidadas a participar da pesquisa. Nem todas as incubadoras possuíam informações documentais, o que necessitou realizar o levantamento de algumas destas informações por telefone com seus responsáveis.

A Figura 6 apresenta a distribuição geográfica no estado do Paraná das incubadoras.

3.2.1 Incubadora Tecnológica de Curitiba – INTEC

A Incubadora Tecnológica de Curitiba (INTEC) foi a primeira incubadora do estado do Paraná e uma das primeiras do Brasil. Foi fundada em 4 de setembro de 1989 no campus do Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR) no município de Curitiba. Possui cerca de 30 empresas graduadas, sendo a Bematech, empresa de automação comercial, um de seus maiores casos de sucesso. Em 2010 a INTEC recebeu o prêmio de melhor incubadora de empresas orientadas para geração e uso intenso de tecnologias da Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (ANPROTEC), na etapa nacional e região sul. Atualmente abriga dez empresas incubadas nas áreas de tecnologias sustentáveis, da saúde, automação, da informação e biotecnologia (INTEC, 2012).



FIGURA 6 – LOCALIZAÇÃO DAS INCUBADORAS TECNOLÓGICAS PESQUISADAS NO ESTADO DO PARANÁ
 FONTE: O AUTOR (2012)

3.2.2 Incubadora Tecnológica da Região do Entre Rios – INTEC-ENTRE RIOS

A Incubadora Tecnológica da Região do Entre Rios está localizada no município de Umuarama, no campus da Universidade Estadual de Maringá. Possui duas empresas incubadas nas áreas de tecnologias voltadas ao desenvolvimento sustentável para o agronegócio e outra voltada para educação.

3.2.3 Agência de Inovação e Coordenação de Empreendedorismo e Incubação de Empresas da UFPR (CIE/UFPR)

A Agência de Inovação da Universidade Federal do Paraná (UFPR) foi criada em 2008 e abriga a Coordenação de Empreendedorismo e Incubação de Empresas onde se encontra a incubadora. O principal objetivo da Agência de Inovação é proteger o conhecimento científico e tecnológico oferecendo suporte para que este

seja de benefício à sociedade. A incubadora está localizada no campus da UFPR no município de Curitiba e abriga oito empresas.

Incubadora	Instituição	Município	Empresas
INTEC	TECPAR	Curitiba	10
Intec Entre Rios	UEM	Umuarama	2
Agência de Inovação	UFPR	Curitiba	8
Incubadora Tecnológica de Maringá	Sociedade Civil	Maringá	15
Incubadora Empresarial Santos Dumont	Itaipu Binacional	Foz do Iguaçu	15
IUT – Cornélio Procópio	UTFPR	Cornélio Procópio	6
IUT - Curitiba	UTFPR	Curitiba	2
IUT – Medianeira	UTFPR	Medianeira	3
IUT – Pato Branco	UTFPR	Pato Branco	3
IUT – Ponta Grossa	UTFPR	Ponta Grossa	3
Centro Incubador Tecnológico	Fundetec	Cascavel	10
Educere	Fundação Educere	Campo Mourão	3
Findex	Associação Comercial de Francisco Beltrão	Francisco Beltrão	9
INTUEL	Universidade Estadual de Londrina	Londrina	13
Incubadora de Projetos e Empresas	Universidade Positivo	Curitiba	13
<i>Total</i>			115

QUADRO 2 – RESUMO DA RELAÇÃO DAS INCUBADORAS PESQUISADAS
FONTE: O AUTOR (2012)

3.2.4 Incubadora Tecnológica de Maringá

A Incubadora Tecnológica de Maringá é uma sociedade civil sem fins lucrativos e personalidade jurídica de direito privado. Fundada em 20 de março de 2000, apoia

a geração e consolidação de empresas de base tecnológica. Sua criação foi consequência do projeto com financiamento do CNPq que criou o Centro Softex Genesis de Maringá, que atua no processo de pré-incubação quando necessário (INTEC-MARINGÁ, 2012).

A incubadora possui oito empresas incubadas residentes no campus da Universidade Estadual de Maringá e outras sete não residentes. Os ramos de atividades destas empresas versam entre tecnologia da informação, automação industrial, equipamentos e biotecnologia (INTEC-MARINGÁ, 2012).

3.2.5 Incubadora Empresarial Santos Dumont

A Incubadora Empresarial Santos Dumont faz parte da Fundação Parque Tecnológico Itaipu (PTI) e está localizada dentro da empresa de geração de energia Itaipu Binacional. O PTI apoia a criação e consolidação de empresas baseadas em produtos, processo e serviços inovadores. Estão instaladas na incubadora aproximadamente 15 empresas nas áreas de automação industrial, energia, gestão, meio ambiente, tecnologia de informação e turismo (PTI, 2012).

3.2.6 Incubadora de Inovações da Universidade Tecnológica (IUT)

O Programa de Empreendedorismo e Inovação (PROEM) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) apoia desde 1997 a formação da cultura empresarial e o desenvolvimento de projetos de empresas de base tecnológica e inovação, oriundas da comunidade interna e externa a Universidade. Em seus diversos campi, o PROEM oferece a Incubadora de Inovações da Universidade Tecnológica (IUT) como continuação do processo de amadurecimento das empresas que já passaram pelo processo de pré-incubação (IUT-CORNÉLIO, 2012).

O campus no município Cornélio Procopio abriga seis empresas nos ramos de atividades de tecnologia da informação, energia e marketing (IUT-CORNÉLIO, 2012). O campus em Curitiba possui duas empresas nas áreas de automação e eletro eletrônico (IUT-CURITIBA, 2012). São três empresas de tecnologia da informação incubadas no campus de Medianeira. O campus no município de Pato Branco possui

três empresas incubadas nas áreas equipamentos eletro médicos, energias renováveis e eletro eletrônicos (IUT-PATO BRANCO, 2012). A incubadora da UTFPR no município de Ponta Grossa possui três empresas incubadas nas áreas de eletro eletrônico, montagem elétrica e fabricação de colchões (IUT-PONTA GROSSA, 2012).

3.2.7 Centro Tecnológico Incubador

O Centro Incubador Tecnológico da Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNDETEC), com sede no município de Cascavel, foi fundada em 1993 com o objetivo de desenvolver o potencial intelectual para produzir novos serviços e produtos. A incubadora da FUNDETEC abriga dez empresas que oferecem produtos e serviços nas áreas do agronegócio, energia e eletro eletrônico (CI, 2012).

3.2.8 Fundação Educere

A Fundação Educere é um Centro de Pesquisas e Desenvolvimento nas áreas de biotecnologia e produtos biomédicos no município de Campo Mourão. São três empresas incubadas nos setores eletro mecânico e eletro médicos. Esta é uma incubadora que foca suas atividades no Arranjo Produtivo Local (APL) de Insumos e Equipamentos de Uso Médico de Campo Mourão (EDUCERE, 2012).

3.2.9 Incubadora de Empreendimentos Inovadores e Tecnológicos (FINDEX)

Criada em 2008, a Incubadora de Empreendimentos Inovadores e Tecnológicos (FINDEX) surgiu das necessidades do Sistema Regional de Inovação no Sudoeste do Paraná, no município de Francisco Beltrão. São nove empresas nas áreas de tecnologia da informação, sistemas embarcados, serviços de consultoria para agroindústria, biotecnologia e automação mecânica (FINDEX, 2012).

3.2.10 Incubadora de Empresas de Base Tecnológica da Universidade Estadual de Londrina (INTUEL)

A Incubadora de Empresas de Base Tecnológica (INTUEL) faz parte da Agência de Inovação Tecnológica da Universidade Estadual de Londrina (UEL) e foi criada em 2001. São 13 empresas incubadas em diversas áreas de atuação (INTUEL, 2012).

3.2.11 Incubadora de Projetos e Empresas da Universidade Positivo

A Incubadora de Projetos e Empresas, localizada na Universidade Positivo, situada no município de Curitiba, abriga cerca de treze empresas nas atividades tecnologias da informação e comunicação, biotecnologia, ambiente de trabalho, bioprocessos, eletrônica, design e equipamentos laboratoriais (POSITIVO, 2012).

Após esta breve apresentação do sistema de inovação do estado do Paraná, apresenta-se no próximo capítulo a metodologia de pesquisa utilizada para o levantamento sobre as demandas das empresas de base tecnológica incubadas no estado.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

Conforme citado anteriormente, o objetivo do presente trabalho é classificar modelos de infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento com base nas suas principais características e práticas de estímulo à inovação, visando sua utilização em incubadoras de empresas de base tecnológica no estado do Paraná, obtendo assim, o modelo mais aderente às necessidades dos empreendedores. Para atingi-lo, se faz necessário utilizar alguns dos métodos descritos a seguir neste capítulo.

Processos de tomada de decisão utilizam-se de vários critérios tangíveis e intangíveis para a seleção da melhor alternativa (SAATY, 2008). Desta maneira, optou-se por utilizar métodos multicritério aplicados ao auxílio à tomada de decisão (SAATY, 1991).

Dos diversos métodos multicritério de apoio à decisão disponíveis, como por exemplo, Preferência Declarada, Análise por Envoltória de Dados, entre outros, optou-se neste trabalho de pesquisa por utilizar o Método de Análise Hierárquica (AHP) e o Método de Análise em Rede (ANP).

O AHP é um método multicritério onde, a partir de uma representação hierárquica de um problema, são realizadas comparações em pares de critérios e de alternativas. Como resultado, obtém-se a classificação das alternativas segundo os critérios definidos na hierarquia (SAATY, 1991). Já o ANP é uma generalização do AHP, onde a representação do problema é feita em forma de rede. Da mesma maneira o resultado obtido com a aplicação do ANP é uma classificação das alternativas segundo os critérios (SAATY, 2006).

Como será apresentado ao longo deste capítulo, é possível representar uma hierarquia como sendo uma rede. Esta característica permite que os mesmos dados de entrada sejam tratados por ambos os métodos AHP e ANP. Da mesma maneira, a capacidade de representar o problema em uma hierarquia torna a escolha dos métodos AHP e ANP opções adequadas para tratamentos dos dados. Também importante observar, que o AHP incorpora o cálculo do índice de consistência e coeficientes de sensibilidade, o que permite analisar e validar os resultados obtidos.

Uma vez definidos os métodos de tratamento dos dados, para a coleta optou-se em utilizar um questionário preenchido pelas empresas de base tecnológica

incubadas no estado do Paraná. Este método de coleta dos dados foi necessário pois a população de pesquisa está distribuída em todo o território do estado do Paraná, o que impossibilitava a aplicação de outros métodos, como por exemplo, entrevistas in loco, devido a restrições de tempo e dinheiro.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa é classificada quanto ao seu objetivo como exploratória, pois é uma primeira aproximação a respeito de infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento em incubadoras de empresa, prospectando quais modelos podem ser considerados estratégicos neste processo (SANTOS, 2007). Para tal, será utilizada a pesquisa documental para identificação dos atores do Sistema de Inovação do Paraná e um levantamento de opiniões das empresas incubadas utilizando um questionário, obtendo dados quantitativos (SANTOS, 2007).

4.2 AMBIENTE DA PESQUISA

O ambiente de pesquisa selecionado é formado pelo conjunto de empresas pertencentes às Incubadoras de Base Tecnológica no estado do Paraná. Estas empresas são intensas em tecnologia, tornando-se um ambiente adequado a avaliar a demanda por infraestrutura de P&D.

O estado do Paraná foi escolhido com alvo deste estudo, pois, situa-se próximo aos grandes centros de tecnologia existentes no estado vizinho de São Paulo, e por sua tradição agropecuária, apresenta um ambiente propício para a mudança de paradigma com a criação de indústrias demandantes de tecnologias.

4.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Como descrito no primeiro capítulo, esta pesquisa limita-se ao levantamento das informações das empresas de base tecnológica incubadas no estado do Paraná. Dentre estas, serão selecionadas aquelas cuja principal atividade baseia-se na manufatura discreta, excluindo-se, por exemplo, aquelas relacionadas ao desenvolvimento de programas de computador, biotecnologia ou serviços de

consultoria. Estima-se que das 15 incubadoras de base tecnológica a serem pesquisadas no estado do Paraná, existam em torno de 115 empresas que enquadram-se fora destas limitações.

A partir desta população finita, é estimado o tamanho da amostra para cálculo das médias segundo a fórmula (MARTINS, 2001):

$$n = \frac{Z^2 \cdot \sigma^2 \cdot N}{d^2(N - 1) + Z^2 \sigma^2} \quad (1)$$

onde:

Z = abscissa da distribuição normal padrão, para um nível de confiança de $(1 - \alpha)\%$, para um nível de confiança de 95%, $Z=1,96$;

σ = desvio padrão estimado da população;

N = tamanho da população;

d = erro amostral, ou a máxima diferença admitida entre a média real;

n = é o tamanho da amostra a ser selecionada da população.

4.4 COLETA DOS DADOS

O método de coleta de dados utilizado neste trabalho de pesquisa é o questionário auto preenchido pela internet, instrumento estruturado não disfarçado, sem a participação de entrevistador (MATTAR, 2008). Dentre as vantagens apontadas por Mattar (2008) para a aplicação deste método estão a garantia do anonimato, pouca exigência de habilidade, grande uniformidade nos questionários e o tamanho da amostra. Mattar (2008) ainda destaca como desvantagens o índice de respostas (3% a 50%) e a dificuldade no controle amostral. Para minimizar estas desvantagens, o autor sugere algumas atitudes:

- a) enviar antecipadamente uma comunicação apresentando ao respondente os objetivos do estudo e solicitando cooperação;
- b) enviar acompanhando o questionário uma segunda comunicação com os mesmos objetivos da anterior, acrescido do compromisso com o sigilo de sua identificação;

- c) após uma ou duas semanas, remeter nova comunicação enfatizando a colaboração do respondente;
- d) após quatro semanas da comunicação inicial, enviar uma nova comunicação contendo o questionário e solicitando cooperação.

Também são apontados os fatores que influenciam o índice de respostas:

- a) identificação do patrocinador e do realizador da pesquisa gerando uma confiança nos respondentes;
- b) formato e apresentação agradáveis do questionário facilitando a resposta;
- c) questionários objetivos e curtos;
- d) natureza dos respondentes, geralmente as pessoas interessadas apresentam índices de respostas mais altos;
- e) envolvimento do respondente com o objetivo da pesquisa.

Tendo sido abordado os fatores importantes para o sucesso da aplicação de questionários, apresentam-se as etapas para seu desenvolvimento, as quais são o projeto do instrumento, definição da primeira versão, revisão e pré-testes e a redação final.

4.4.1 Projeto do instrumento

Segundo Mattar (2008) um questionário pode ser formado por cinco partes, dados de identificação, solicitação para cooperação, informações para preenchimento, perguntas e por fim questões para classificação socioeconômicas.

Os dados de identificação compreendem a data, nome, endereço e telefone do entrevistado ou número do código quando há sigilo. A solicitação para cooperação antecede qualquer pergunta e contém o nome da empresa patrocinadora, o nome do entrevistador, os objetivos da pesquisa, o tempo médio que tomará do respondente, palavras que solicitem a cooperação e agradecimentos. Em seguida são apresentadas todas as informações necessárias para o correto preenchimento do instrumento.

As perguntas, questões e registros das respostas são apresentados na sequência (MATTAR, 2008). Devem ser considerados na elaboração e revisão do questionário a necessidade da pergunta quanto aos objetivos da pesquisa, a quantidade de questões sobre um mesmo assunto, considerar as informações necessárias para respondê-las, a objetividade das perguntas, questionamentos tendenciosos, a predisposição a fornecer o dado solicitado e a facilidade na sua compreensão (MATTAR, 2008).

Ao final do questionário podem ser utilizadas questões para classificar socioeconomicamente os respondentes (MATTAR, 2008). Para esta pesquisa, procura-se identificar socioeconomicamente as empresas. Portanto, utilizam-se informações baseadas na Pesquisa de Inovação (IBGE, 2011). As informações são município, empresa independente ou parte de um grupo, principal mercado, breve descrição do principal produto e quantidade de pessoas ocupadas na sua empresa.

O método de tratamento dos dados exige ainda a utilização de uma escala de comparações paritárias, as quais variam de 1 a 9 (SAATY, 1991). Durante a descrição deste método no seção 4.5.5 será detalhado os motivos pela utilização desta escala.

4.4.2 Definição da primeira versão instrumento

O processo da redação do um instrumento de coleta é contínuo, avaliado por demais participantes no processo, sendo criticado, modificado, revisado, ampliado ou reduzido, até a obter uma versão de consenso. Esta primeira versão deverá ser pré-testada (MATTAR, 2008).

4.4.3 Revisão, pré-testes e redação final

O pré-teste consiste em saber como o instrumento de coleta de dados se comporta em uma situação real. Pode-se analisar durante o pré-teste (MATTAR, 2008):

- a) os termos utilizados nas perguntas são de compreensão dos respondentes;
- b) as perguntas são entendidas;
- c) as opções de respostas nas perguntas fechadas;

- d) a sequência das perguntas;
- e) objeções na obtenção das respostas;
- f) tempo de aplicação do instrumento.

A pesquisa não deve ser iniciada sem que o instrumento seja convenientemente testado.

O pré-teste pode contribuir para a revisão do instrumento de coleta dos dados. Caso haja alterações significativas, um novo teste deve ser efetuado (MATTAR, 2008).

4.5 TRATAMENTO DOS DADOS

A melhor escolha na tomada de decisão nem sempre é a melhor solução tecnológica ou a social, sendo necessário considerar ambos os fatores (SAATY, 2006). É neste contexto que os sistemas de inovação estão inseridos, onde as decisões são tomadas comparando-se critérios intangíveis com medidas tangíveis (WHITAKER, 2007).

Segundo Saaty (2006), existem duas maneiras de realizar a análise de relações causa e efeito. A primeira é usando lógica dedutiva por um processo linear e moroso com várias possibilidades de resultados, e que resulta em uma escolha preferida denominada tomada de decisão normativa (WHITAKER, 2007). A segunda é considerar todos os fatores e critérios pertinentes ao problema, organizando-os em uma hierarquia ou rede, e permitindo a visualização de suas dependências. Os possíveis resultados são agregados a estrutura e suas influências são estimadas utilizando lógica e discernimento (SAATY, 2006), denominada de tomada de decisão descritiva (WHITAKER, 2007).

É desta segunda maneira que o Processo de Análise Hierárquica (AHP) pode ser utilizado em medições de parâmetros tangíveis e intangíveis, ou seja, entre os domínios físicos e sociais (SAATY, 2006).

4.5.1 Utilização do método AHP para parâmetros quantitativos e de percepção humana

O método AHP vem sendo aplicado e estudado em diversas situações onde parâmetros quantitativos e qualitativos são necessários no processo de tomada de decisão.

Vidal et al (2011) utilizaram o AHP para medir a complexidade relativa de projetos e auxiliar o processo de decisão. Foram aplicados questionários em conjunto com rodadas Delphi até a obtenção de consenso e a priorização dos parâmetros. O processo foi validado pela aplicação de um estudo de caso em uma empresa de produção musical. Na avaliação dos autores, o resultado foi confiável, pois obteve aprovação dos participantes; intuitivo, sendo que os usuários entenderam o processo de construção do consenso; independente dos modelos de gestão de projetos; e capaz de apontar os aspectos mais complexos dos projetos avaliados. Entretanto, algumas limitações foram identificadas. Dentre elas, o resultado pode ser alterado com a inclusão ou retirada, de alternativas do modelo.

Ho (2007) fez uma revisão de 66 artigos entre 1997 e 2006, os quais utilizaram a AHP combinadas a outras técnicas estendendo sua aplicação. Foram identificadas as cinco principais utilizações, sendo estas o desdobramento da função qualidade (QFD); meta-heurísticas; análise de forças, oportunidades, fraquezas e ameaças (SWOT) e análise por envoltória de dados (DEA); bem as técnicas de pesquisa operacional programação linear, inteira, programação linear inteira mista e programação por metas. Os domínios destas pesquisas variaram entre os campos relacionados à logística, manufatura, gestão pública, educação superior, alocação de recursos, seleção de projetos, meio ambiente, militar, agricultura, saúde, indústria, serviços, esportes e turismo.

Pesquisa similar foi realizada por Liberatore e Nydick (2007) na área específica de saúde. Em um total de 50 artigos, desde o ano de 1997, foram identificados 29 trabalhos voltados a solucionar problemas na gestão e 21 em cuidados com pacientes, principalmente na questão no auxílio ao diagnóstico e seleção de tecnologias. Um ponto crítico apontado pelos autores foi a pouca aceitação pelos médicos do método escolhido para o apoio a decisão.

Subramanian e Ramanathan (2012) realizaram uma pesquisa da aplicação da AHP na gestão de operações entre 1990 e 2009, totalizando 291 artigos. Foram identificados os temas estratégia, projeto de processo e produto, planejamento e programação de recursos, gestão de projetos e gestão da cadeia de suprimentos. Em suas observações, os autores apontam a utilização da AHP com parâmetros quantitativos e qualitativos, havendo oportunidades de pesquisa em gestão da qualidade, serviços, sustentabilidade, melhoramentos em sistemas de gestão, propriedade intelectual e análise de complexidade de cadeias de suprimentos.

4.5.2 O método AHP

O processo de decisão utilizando AHP é dividido em quatro etapas (SAATY, 2008):

- a) Definição do problema e o tipo de conhecimento necessário para resolvê-lo, conforme objetivo já apresentado no primeiro capítulo.
- b) Estruturação da hierarquia do processo de decisão do topo com o objetivo da decisão, subdividindo-o em níveis intermediários, até o nível mais baixo, tipicamente as alternativas.
- c) Construção das matrizes de comparação paritária usando o elemento superior para comparar os elementos no nível imediatamente abaixo.
- d) Utilização das prioridades obtidas das comparações para ponderar as prioridades dos elementos imediatamente abaixo, para todos os elementos da estrutura, de cima a baixo, até as prioridades dos níveis mais baixos serem obtidas.

A seguir estes passos serão detalhados para melhor entendimento do método.

4.5.3 Hierarquia

A construção da estrutura de hierarquias é a principal etapa do Processo de Análise Hierárquica e uma maneira que a mente humana utiliza para ordenar a informação (SAATY, SHIH, 2009). Segundo Saaty (1991), esta etapa possui algumas vantagens:

- a) apresenta como as mudanças em prioridades nos níveis mais altos afetam as prioridades nos níveis mais baixos;
- b) fornece detalhes de informação sobre a estrutura e funções nos níveis mais baixos permitindo uma visão geral de atores e de seus propósitos nos níveis mais altos;
- c) é estável e flexível, pois modificações possuem efeitos pequenos e adições a hierarquias bem estruturadas, não perturbam o desempenho.

As decisões não ocorrem isoladamente, recebendo influências que afetam seus resultados. Por este motivo, todos estes fatores e atores devem ser considerados, dependendo do nível de conhecimento e contribuição para a solução do problema (SAATY, SHIH, 2009). Depois que estas influências e interações são representadas por conexões na estrutura, pode-se considerar que ela está adequadamente formulada. Mesmo assim, devido a diversas perspectivas que podem ser tomadas para a abordagem dos problemas, não existe uma solução única ou ótima para estruturar a hierarquia (SAATY, 1991).

Portanto, Saaty e Shih (2009) definem uma estrutura hierárquica como sendo um conjunto S ordenado com uma relação binária que satisfaz (SMART, 2004):

- a) Uma relação R em um conjunto S é reflexiva se para todo $x \in S$ existe $(x, x) \in R$.
- b) Uma relação R em um conjunto S é assimétrica se $(x, y) \in R$ e $(y, x) \in R$ significa que $x = y$.
- c) Uma relação R em um conjunto S é transitiva se $(x, y) \in R$ e $(y, z) \in R$ implica em $(x, z) \in R$.

Esta relação binária pode ser representada pelo símbolo \leq , segundo os autores, ficando sua representação:

- a) para todo x , $x \leq x$ (reflexiva)
- b) se $x \leq y$ e $y \leq x$, então $y = x$ (assimétrica)
- c) se $x \leq y$ e $y \leq z$, então $x \leq z$ (transitiva)

Um conjunto ordenado simples ou total é um conjunto ordenado com a propriedade adicional se $x, y \in S$ então $x \leq y$ ou $y \leq x$

Um subconjunto E de um conjunto ordenado S é dito limitado superior se existe um elemento $s \in S$ de modo que $y \leq s$ para todo $x \in E$.

Utilizando a notação $x^- = \{y | x \text{ contém } y\}$ e $x^+ = \{y | y \text{ contém } x\}$, sendo H um conjunto parcialmente ordenado finito com maior elemento b . H é um hierarquia se satisfazer as condições:

- a) Existe uma parte de H dividido em conjuntos $L_k, k = 1, \dots, h$ onde $L_1 = \{b\}$.
- b) $x \in L_k$ implica em $x^- \subset L_{k+1}, k = 1, \dots, h - 1$.
- c) $x \in L_k$ implica em $x^+ \subset L_{k+1}, k = 2, \dots, h$.

Para cada $x \in H$ existe uma função de balanceamento, cuja natureza depende do fenômeno sendo modelado:

$$w_x: x^- \rightarrow [0,1] \text{ de modo que } \sum_{y \in x^-} w_x(y) = 1 \quad (2)$$

Uma hierarquia é completa se, para todo $x \in L_k, x^+ = L_{k-1}$ para $k = 2, \dots, h$.

Baseado no método de soluções de problemas da teoria da solução inventiva de problemas (TRIZ), Saaty e Shih (2009) propõem os seguintes passos para estruturar um sistema em hierarquias:

- a) definir o objetivo da decisão para solução do problema no nível superior;
- b) em um nível abaixo, desdobrar o propósito principal em alguns elementos de suporte;
- c) acrescentar nos próximos níveis atores, e caso necessário, em mais de um nível, dependendo da complexidade do problema;
- d) estabelecer o nível inferior com alternativas, ações, consequência, cenários ou políticas a serem escolhidas;
- e) examinar os níveis da hierarquia de cima para baixo e vice versa.

Segundo Saaty e Shih (2009), a validação da estrutura pode ser realizada de muitas maneiras. A participação de um grupo de pessoas, com conhecimento no

assunto, a fim de avaliar se ela é lógica e completa é a maneira sugerida pelos autores.

4.5.4 Matrizes de comparações paritárias

Segundo Saaty (2008), para cada elemento da estrutura, é construída uma matriz $n \times n$, onde n é o número de subelementos conectados a este elemento. Por convenção, a matriz é preenchida comparando-se os elementos da linha pelos elementos da coluna (SAATY, 1991). Como as comparações na diagonal principal da matriz conduzem a uma comparação do elemento por ele mesmo, onde a linha é igual a coluna, seus valores serão sempre igual a unidade, resultando uma matriz recíproca:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Onde: n é o número de sub elementos.

Tomando-se como exemplo um caso ideal de comparações mensuráveis de pesos cujas massas são w_i para $i = 1, 2, \dots, n$ (SAATY, 1991). Sendo a relação entre elas definida como:

$$\frac{w_i}{w_j} = a_{ij}, \text{ para } i, j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

A matriz A seria representada por:

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

Ao multiplicar a matriz A pelo vetor

$$w = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

o resultado será

$$Aw = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = nw \quad (7)$$

$$Aw = nw \quad (8)$$

Entretanto, em medidas reais até mesmo os instrumentos de medição mais precisos apresentam pequenas perturbações, podendo os valores do vetor w ser calculado como a média de $a_{i1}w_1, a_{i2}w_2, \dots, a_{in}w_n$, ou seja:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}w_j, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

Mas esta relação ainda não é suficiente para atender a casos realistas do vetor de peso w . Sendo assim, substitui-se n por λ_{max} , resultando no chamado problema de autovalor (SAATY, 1991):

$$w_i = \frac{1}{\lambda_{max}} \sum_{j=1}^n a_{ij}w_j, \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ e } Aw = \lambda_{max}w \quad (10)$$

Ao encontrar um único vetor w que satisfaça a equação, e normalizá-lo de modo que $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, encontra-se o vetor prioridade. Mesmo que haja pequenas variações de a_{ij} , ocorrerão pequenas variações de λ_{max} (SAATY, 1991), permitindo avaliar a proximidade da escala utilizando o índice de consistência:

$$I.C. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (11)$$

Para solucionar a equação, resolve-se o equivalente aos problemas de otimização, onde deseja-se encontrar $w_i, i = 1, \dots, n$ onde (SAATY, 2005):

$$a) \text{ maximizar } \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ij} \frac{w_{ij}}{w_i}, \text{ ou} \quad (12)$$

$$b) \text{ maximizar } \sum_{j=1}^n (w_j \sum_{i=1}^n a_{ij}), \text{ sujeito a } \sum_{i=1}^n w_i = 1. \quad (13)$$

O cálculo do autovalor e do autovetor está disponível em programas de computador matemáticos como MATLAB®, Octave e na linguagem de programação Python. Esta função é encontrada nestes programas sob o nome de *eigenvalue* (autovalor) e *eigenvector* (autovetor). Neste trabalho de pesquisa se fará uso da linguagem de programação Python para implementar estes cálculos.

Utilizando os valores calculados do índice de consistência (I.C.) e do índice randômico (I.R.), este calculado a partir de matrizes recíprocas geradas aleatoriamente e baseado na escala de 1 a 9 e constante no Quadro 3, obtêm-se a razão de consistência (R.C.). Se esta razão for igual ou inferior a 0,10, a matriz é considerada aceitável (SAATY, 1991).

$$R.C. = \frac{I.C.}{I.R.} \leq 0,10 \quad (14)$$

TABELA 2 – TABELA DE ÍNDICES RANDÔMICOS (I.R.)

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>I.R.</i>	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

FONTE: SAATY, 1991

Na situação onde a razão de consistência é suficientemente grande e justifique uma revisão dos julgamentos, são sugeridos dois métodos (SAATY, 1991). O primeiro é a simples revisão resultados que apresentam as maiores diferenças absolutas $|a_{ij} - (w_i/w_j)|$. A segunda alternativa é rever sucessivamente os julgamentos pelo desvio da média quadrática da raiz utilizando as linhas a_{ij} e w_i/w_j . Nesta segunda opção, obtém-se a maior diferença:

$$\max_i \sum_{j=1}^n |a_{ij} - (w_i/w_j)| \quad (15)$$

Após encontrar a posição ij onde ocorre o máximo substituindo-o pelo valor da razão, ou seja:

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \quad (16)$$

Neste caso, não importa caso aconteça deste valor ser superior a 9. Repete-se este procedimento até obter consistência. O uso excessivo deste processo pode causar distorções nos valores de julgamentos (SAATY, 1991).

4.5.5 Escala de comparação

Como apresentado na seção anterior, a matriz A é composta por valores de comparações paritárias, as quais podem ser matematicamente calculadas ou baseadas na percepção humana. Neste último, em 1846, Weber formulou a lei referente ao estímulo de magnitude mensurável, onde ficou comprovado que a percepção humana varia de acordo com a amplitude daquilo que se está comparando (SAATY, 1991).

As considerações de Weber e a contribuição de Fechner (SAATY, 1991) no estudo de uma sequência de estímulos de aumento mínimo observável levaram a utilização de uma escala de 1 a 9 para a construção da matriz de comparações paritárias (SAATY, 1991). Esta escala é explicada no Quadro 3 e apresenta as seguintes justificativas, segundo Saaty (1991):

- a) As distinções são significativas quando os itens comparados apresentam a mesma ordem de magnitude.
- b) A habilidade humana para fazer distinções qualitativas é bem representada por cinco atributos: igual, fraco, forte, muito forte e absoluto.
- c) Não são necessárias mais do 7 pontos de escala para distinguir entre estímulos.
- d) O limite psicológico de 7 ± 2 itens em uma comparação simultânea são necessários 9 pontos para distinguir entre diferenças.

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza
2,4,6,8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições
Recíprocos dos valores acima de zero	Se a atividade i recebe uma das designações diferentes acima de zero, quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparada com i	Uma designação razoável
Racionais	Razões resultantes da escala	Se a consistência tiver de ser forçada para obter valores numéricos n, para completar a matriz.

QUADRO 3 – ESCALA DE COMPARAÇÃO PARITÁRIA

FONTE: SAATY, 1991

4.5.6 Análise de sensibilidade do autovetor

Uma vez encontrado o vetor de prioridades das alternativas com base nos critérios da hierarquia, deseja-se que estas não variem significativamente com pequenas modificações no julgamento (SAATY, 1991). Assim sendo, são três os modos para avaliar a sensibilidade (SAATY, 1991; TRIANTAPHYLLOU e SÁNCHEZ, 1997):

- estimativa matemática da flutuação;
- derivando-se as respostas utilizando-se cálculos numéricos; ou

uma combinação dos dois quando não for possível encontrar solução analítica.

Neste trabalho é utilizado o método proposto por Triantaphyllou e Sánchez (1997), que a partir dos vetores de prioridade de critérios (C), alternativas (A) e de resultados (P), constrói-se uma prioridade de sensibilidade dos fatores, como segue.

Determinar a mudança mínima δ_{kij} na prioridade c_k do critério k tal que a ordem das alternativas p_i e p_j sejam invertidas.

$$C = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix} \text{ para } n \text{ critérios } A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \text{ para } m \text{ alternativas} \quad (17)$$

$$P = AC = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_m \end{bmatrix} \quad (18)$$

$$\delta_{kij} = \frac{p_j - p_i}{a_{jk} - a_{ik}}, \text{ onde } i, j = 1, 2, \dots, j > i \text{ e } k = 1, 2, \dots, n \text{ para todo } \delta_{kij} c_k \quad (19)$$

Quando $\delta_{kij} > c_k$, δ_{kij} é considerado infactível. Calcula-se:

$$\delta'_{kij} = \frac{\delta_{kij} \times 100}{c_k}, \text{ onde } i, j = 1, 2, \dots, m, j > i \text{ e } k = 1, 2, \dots, n \text{ para todo } \delta_{kij} c_k \quad (20)$$

Para obter o grau do critério c_k e o coeficiente de sensibilidade:

$$D'_k = \min_{1 \leq i < j \leq m} \{|\delta'_{kij}|\} \text{ e } s_k = \frac{1}{D'_k} \quad (21)$$

Obtendo-se um vetor S da sensibilidade dos critérios:

$$S = \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_n \end{bmatrix}, \quad (22)$$

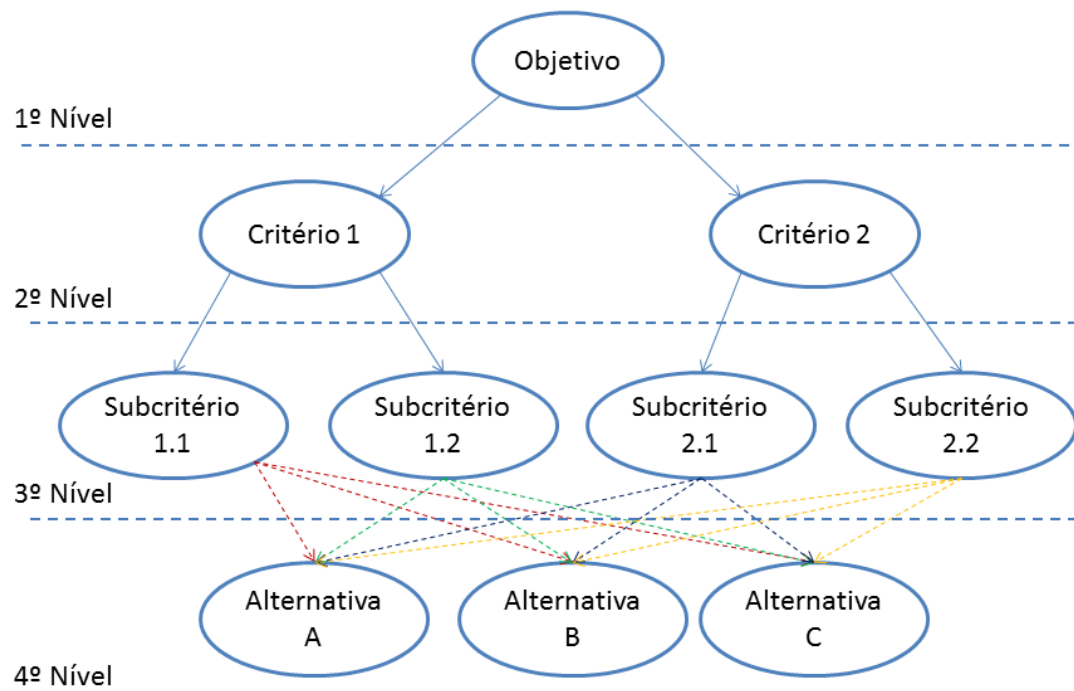
para cada um dos n critérios.

4.5.7 Método ANP

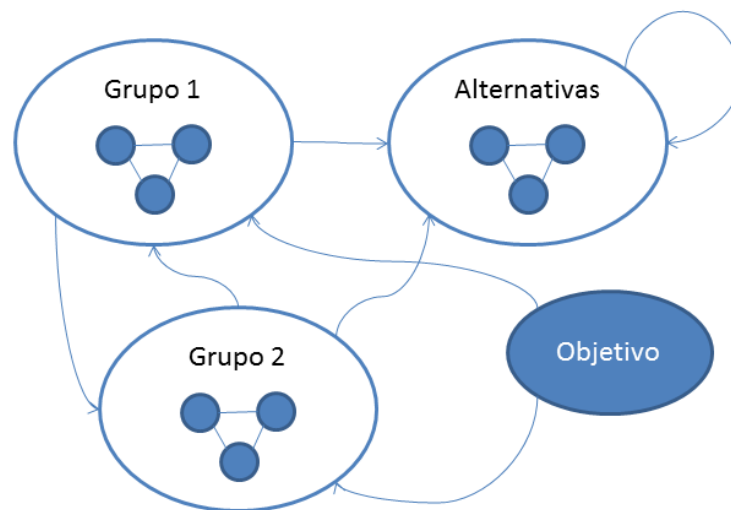
O método de análise hierárquica (AHP) apresenta um modelo de auxílio à tomada de decisão estruturada em uma hierarquia, onde a única relação de um elemento com outro ocorre verticalmente, ao nível superior ou inferior (SAATY, 1991; SAATY, 2013). Esta estrutura não é capaz de representar modelos mais complexos onde os seus elementos possuem dependências com elementos em outros níveis, no mesmo nível ou intercalando níveis hierárquicos. Estes modelos podem ser representados por uma rede, onde não há, necessariamente, um nível hierárquico entre os elementos. Duas estruturas genéricas de exemplo dos modelos hierárquico e em rede são apresentadas na Figura 7.

O modelo de tomada de decisão baseado em rede é denominado método de análise em rede (ANP), sendo uma generalização do método AHP. Neste método, os elementos de decisão são organizados em grupos (clusters) por afinidade dos elementos, ou seja, elementos comparáveis entre si. Cada grupo é então interligado a outro caso exista dependência entre elementos destes grupos. Esta dependência pode ser unidirecional ou bidirecional. Os elementos em um mesmo grupo também podem ser dependentes entre si (SAATY, 1999; SAATY, 2013).

O processo de análise utiliza o mesmo método usado na AHP, onde são realizadas comparações paritárias. Entretanto, ao invés de comparar elementos do mesmo ramo da hierarquia, na ANP os elementos dos grupos são comparados utilizando a escala de 1 a 9 utilizada por Saaty (1991) e calculado o autovetor, como apresentado na seção 4.5.4. Os auto vetores resultantes da comparação de cada grupo (*cluster*) do modelo são agrupados em uma coluna de uma supermatriz. Quando não há correspondência entre os elementos da supermatriz, o valor é considerado nulo.



(a)



(b)

FIGURA 7 – COMPARAÇÃO DOS MODELOS DE ESTRUTURAS HIERARQUICA (A) E EM REDE (B).
 FONTE: O AUTOR (2012).

O mesmo processo de comparação paritária é utilizado entre os grupos, avaliando a influência de um grupo sobre o outro, ou ele próprio. Então os pesos obtidos desta comparação paritária dos grupos são aplicados aos elementos da supermatriz, grupo a grupo. Esta então é normalizada transformando-a em uma matriz quadrada estocástica, onde a soma dos elementos de cada coluna é igual a unidade. Esta matriz é denominada supermatriz normalizada (SAATY, 1999).

Para calcular os pesos finais das opções, eleva-se a matriz normalizada ao um número inteiro arbitrário k . Como a matriz é estocástica, no limite, esta matriz tenderá a um valor dos pesos que é utilizado como resultado. Os grupos são extraídos da supermatriz e normalizados novamente para obter o vetor de resultados.

Por ser o ANP uma generalização do AHP, é possível com os mesmos dados obtidos para o AHP, utilizá-los para aplicar o método ANP. Para aplicar esta transformação, a supermatriz de uma hierarquia genérica de 3 níveis é apresentada na Equação 23 e na Figura 8.

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ W_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & W_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & W_3 & I \end{bmatrix} \quad (23)$$

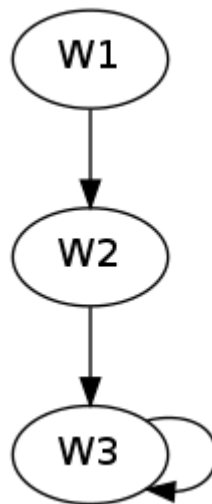


FIGURA 8 – REPRESENTAÇÃO DE UMA HIERARQUIA PARA APLICAÇÃO DA ANP.
FONTE: ADAPTADO DE SAATY (1999).

Observa-se que a primeira linha da matriz representa o objetivo que não depende de nenhum elemento da matriz, e por este motivo, toda a linha possui valor nulo. A segunda linha da matriz representa a dependência de seus elementos com

relação ao objetivo, representado pelo vetor de pesos W_1 dos critérios. A terceira linha da matriz representa a dependência de seus elementos, os subcritérios (W_2), com o nível imediatamente superior, neste caso o primeiro nível. A quarta linha é composta pelos pesos das alternativas calculados para cada um dos critérios (W_3). Ao final da supermatriz da Equação 23 existe uma matriz identidade indicando a interdependência do grupo das alternativas.

Após sua construção, a supermatriz é elevada a um expoente arbitrário k , até sua convergência para o resultado, presente na primeira coluna do resultado. Este valor é idêntico ao obtido pelo método AHP.

Neste trabalho de pesquisa, aplica-se o método ANP como demonstração da generalização do método AHP, apenas convertendo a estrutura hierárquica em uma estrutura em rede, como descrito anteriormente.

5 DESENVOLVIMENTO

5.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Como apresentado no seção 4.3, das 15 incubadoras de base tecnológica a serem pesquisadas no estado do Paraná, existem cerca de 115 empresas que atendem ao escopo delineado na presente pesquisa. Utilizando a fórmula para cálculo do tamanho da amostra com os seguintes parâmetros:

- a) Nível de confiança de 95% ($Z=1,96$);
- b) Desvio padrão estimado da população durante o teste realizado com a metodologia igual a 4;
- c) Tamanho da população de 115 empresas;
- d) Erro amostral admitido de 2.

O valor estimado para a amostra é de 13 empresas a serem pesquisadas por questionário.

5.2 COLETA DOS DADOS DOCUMENTAIS

Os dados documentais das instituições que fazem parte do sistema de inovação no Paraná foram obtidos por pesquisa nas páginas de internet e outros documentos publicados pelas próprias instituições. Os resultados obtidos com esta pesquisa já foram apresentados no capítulo 3, que trata do sistema de inovação paranaense.

5.3 PREPARAÇÃO PARA O TRATAMENTO DOS DADOS

5.3.1 Hierarquia

Conforme visto, o processo de desenvolvimento da metodologia adotada neste trabalho científico inicia-se pela construção da hierarquia. Esta foi elaborada a partir

dos modelos de laboratório de pesquisa e desenvolvimento apresentados no parágrafo 2.4. São eles, laboratórios próprios das empresas, laboratórios de universidades e institutos de pesquisa, laboratórios prestadores de serviços de P&D, laboratórios remoto, laboratório virtual, laboratório multiusuário e o conceito de FabLab do MIT. A hierarquia proposta está representada na Figura 9.

No topo da hierarquia, situa-se o objetivo da análise, neste caso, a infraestrutura de P&D a ser avaliada. Os segundo e terceiro níveis compõem os critérios de decisão e são formados pela competência, forma de acesso, resultados e a relação custo/benefício, os quais serão discutidos abaixo. Estes critérios foram identificados com base nos modelos de laboratório pesquisados.

a) competências, referem-se ao pessoal de apoio ao laboratório. Estas podem ser fruto da cooperação com universidades e institutos de pesquisa, onde, havendo alguma dúvida ou questionamento, a mesma é enviada a uma destas instituições para colaborar na solução do problema específico do empreendedor. Também pode estar disponível através de uma rede de laboratórios, quando surge um problema ou uma rede de cooperação com outros laboratórios pode ser acessada para solucioná-lo. Ou ainda, uma competência pode estar disponível no próprio laboratório. Neste caso, os colaboradores são contratados ou vinculados ao laboratório não sendo necessário consultar competências externas. Por exemplo, laboratórios de Universidades e Institutos de Tecnologia, possuem uma alta competência própria e constantemente cooperam com outras universidades. Já o laboratório próprio, de modo geral na literatura pesquisada, não possui uma competência própria maior que os de universidades, mas também coopera muito com elas. Laboratórios de Serviços e o FabLab por outro lado, acessam suas competências em rede mais frequentemente do que a desenvolvem internamente.

b) acesso trata de como é utilizado o laboratório. Neste caso, o mesmo pode ser compartilhado, exclusivo, remoto ou virtual. O laboratório compartilhado é como o próprio nome define, um laboratório que é partilhado entre seus usuários, normalmente com uso simultâneo. Ao contrário, o laboratório exclusivo é de uso privativo da equipe do empreendedor, não sendo compartilhado por outros durante o mesmo período. O laboratório também pode oferecer um acesso remoto a máquinas e equipamentos permitindo sua operação através da rede mundial de computadores. O acesso virtual, por sua vez, possibilita ao empreendedor planejar, projetar ou

testar a fabricação de seus produtos em um ambiente virtual, utilizando programas de computador especificamente projetados para este fim. Um mesmo modelo de laboratório pode apresentar mais de um tipo de acesso, como por exemplo, o laboratório de universidades. Na pesquisa foram identificados casos onde se utilizam sistemas virtuais para depois serem implementados laboratórios exclusivos.

c) resultados da utilização do laboratório, estes podem tornar-se sigilosos ou podem ser divulgados entre os usuários e colaboradores do mesmo. Neste sentido, a divulgação dos resultados dentre os usuários pode contribuir para o desenvolvimento de outros produtos, permitindo inclusive evitar erros de projeto ocorridos em outras ocasiões. O sigilo das informações, por outro lado, não permite a divulgação entre seus pares mantendo o conhecimento em segredo sem contribuição a outros projetos. Laboratórios de universidades costumam publicar seus resultados de pesquisa, sendo que, os laboratórios privados costumam manter suas pesquisas sigilosas, até obterem proteção com o depósito de patentes.

d) Finalmente, a infraestrutura de P&D, a qual pode ser classificada quanto a sua relação custo/benefício. O custo está relacionado ao valor pago para utilizar a infraestrutura. O benefício é representado pela qualidade do resultado. Neste trabalho, a qualidade do resultado e o custo foram considerados como diretamente proporcionais.

Um resumo sobre a identificação dos critérios utilizados para classificar os modelos de laboratório encontra-se no Quadro 4. A última linha do quadro indica a seção do texto utilizado como referência.

A Figura 9 mostra a hierarquia utilizada nesta pesquisa. Esta hierarquia é apresentada na horizontal para melhor visualização. Desta maneira, o objetivo, localizado no topo da hierarquia, está representado ao lado esquerdo da figura. A direita, constam as alternativas da estrutura, neste caso, os modelos de infraestrutura de P&D. Finalmente, ao centro, os critérios e subcritérios conectam o objetivo às alternativas.

Critério		Modelos						
		Laboratórios próprios	Laboratórios de universidades e institutos de pesquisa	Laboratórios prestadores de serviços de P&D	Laboratório remoto	Laboratório virtual	FabLab	Laboratório multiusuário
Competência	Cooperação com universidades e institutos de pesquisa	**	***	**	**	*	**	**
	Rede de laboratórios	*	*	***	**	*	***	*
	Pessoal próprio	***	***	**	**	*	*	*
Acesso	Compartilhado	*	**	*	***	*	***	***
	Exclusivo	***	**	***	*	***	*	*
	Remoto	*	**	*	***	*	*	**
	Virtual	**	**	*	*	***	**	*
Resultados	Compartilhado	*	***	**	**	*	***	**
	Sigiloso	***	*	**	**	***	*	**
Custo/ Benefício	Custo (1)	*	***	**	**	*	***	**
	Benefício (2)	***	***	***	***	***	***	***
	Seções	2.4.1	2.4.2	2.4.3	2.4.4	2.4.5	2.4.6	2.4.7

Quadro 4 – Resumo da identificação dos critérios nos modelos de laboratório pesquisados.

FONTE: O autor (2012)

* Pouco ou Nenhuma, ** Intermediária, *** Muita

(1) Neste caso, o custo é considerado do ponto de vista do empreendedor, ou seja, quanto maior o custo menor a pontuação

(2) Para o benefício, foi considerado que todos os modelos de laboratório podem contribuir com benefícios aos empreendedores, mantendo uma visão imparcial do problema. Ver justificativa na seção 6.3.

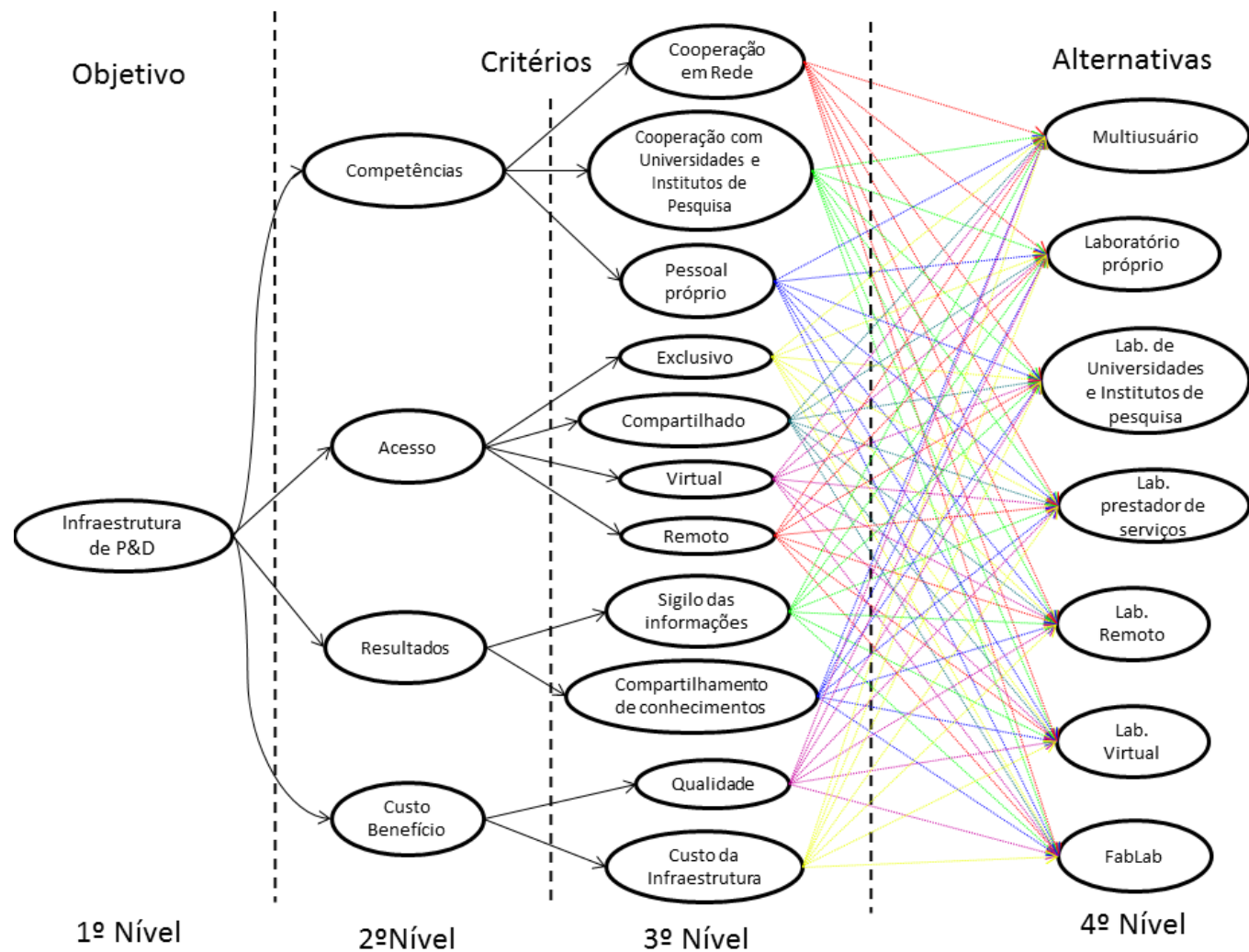


FIGURA 9 – HIERARQUIA DOS REQUISITOS DE CLASSIFICAÇÃO DOS MODELOS DE LABORATÓRIOS
 FONTE: O AUTOR (2012)

5.3.2 Validação da estrutura

A validação da hierarquia foi realizada em duas etapas. A primeira em conjunto com especialistas de uma das incubadoras pesquisadas. A segunda, em conjunto com pesquisadores de universidades pertencentes ao sistema de inovação que analisaram este trabalho de pesquisa.

5.4 DESENVOLVENDO O QUESTIONÁRIO

A metodologia escolhida para a coleta dos dados é o questionário, conforme descrito anteriormente na seção 4.4. Assim, as três etapas para seu desenvolvimento são o projeto, definição da primeira versão e a revisão, pré-teste e redação final.

5.4.1 Projeto do instrumento

Para o projeto do questionário, observaram-se as orientações de Mattar (2008) descritas no seção 4.4.1. As informações serão consideradas sigilosas e, portanto, a identificação do questionário será por um código a ser enviado por e-mail aos respondentes. Na solicitação para cooperação, observaram-se detalhes como a descrição dos objetivos da pesquisa, bem como as instituições envolvidas na pesquisa, que são a Universidade Federal do Paraná (UFPR) aqui representada pelo PPGEPP – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, o Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR) e a Incubadora de Curitiba (INTEC).

As informações para preenchimento descritas no questionário foram elaboradas de acordo com a metodologia a ser utilizada para análise dos dados, o método de análise hierárquica. Para a classificação socioeconômica, identificou-se apenas a necessidade da informação sobre a principal atividade da empresa e o município onde ela está localizada.

5.4.2 Definição da primeira versão instrumento

O desenvolvimento da primeira versão do questionário foi realizado de acordo com as sugestões da própria metodologia (SAATY, 1991). As perguntas foram elaboradas observando a hierarquia desenvolvida com base no problema de pesquisa e utilizaram o formato apresentado no Quadro 5.

	Absoluta		Muito grande		Grande		Pequena		Igual		Muito pequena		Menor		Muito menor		Mínima	
Opção A																		Opção B

QUADRO 5 – QUADRO BÁSICO DO QUESTIONÁRIO NO PRIMEIRO TESTE

FONTE: O AUTOR (2012)

Utilizando-se 9 gradações com opção para valores intermediárias, assinala-se a alternativa que apresenta a relevância da Opção A com relação a Opção B. Caso a importância da Opção A com relação a opção B é absoluta, marca-se a primeira coluna. Em outra avaliação, se esta importância é muito grande, assinala-se a coluna com o mesmo nome. Em caso de dúvida entre estas opções, pode ser marcada a coluna entre elas. Assim sucessivamente, para as demais alternativas de acordo com o grau de importância na opinião do respondente. Por fim, caso a importância da Opção A com relação a Opção B for mínima, marca-se a última coluna.

5.4.3 Revisão, pré-testes e redação final

O processo de desenvolvimento do questionário já passou por uma etapa de teste e validação. Utilizando um problema similar, o da classificação de empresas para ingresso em uma incubadora, um questionário foi aplicado a equipe de apoio da incubadora, composta por cinco especialistas no assunto. Em uma primeira reunião foi discutida a hierarquia acrescentando a sugestão dos colaboradores. Em um segundo momento foi aplicado o questionário com o formato básico do Quadro 5.

Observando a metodologia descrita anteriormente, utilizou-se uma escala de 1 a 9 e os seus valores recíprocos. Neste caso, a opção “Absoluta” possuía peso 9, a opção “Muito grande” possui peso 7 assim sucessivamente até a opção “Igual” com peso unitário. Do outro lado, as opções correspondem aos valores recíprocos, ou seja, “Mínima” corresponde ao peso 1/9, “Muito menor” com opção 1/7 e assim sucessivamente. Também havia uma orientação no questionário que se o respondente estivesse com dúvidas entre duas opções, seria possível marcar uma coluna intermediária. Por exemplo, caso existam dúvidas quanto às opções “Absoluta”, com peso 9 e “Muito grande”, com peso 7, poder-se-ia assinalar a lacuna intermediária, que correspondia ao peso 8.

Observou-se durante o teste que houve dúvidas sobre o preenchimento do questionário. A primeira delas foi quanto ao número de opções e a segunda quanto às lacunas em branco. Isto foi devido ao fato da própria metodologia justificar a opção de 9 opções utilizando uma escala de 1 a 9 como um valor suficientemente adequado para as medidas de razão segundo a percepção humana. Entretanto, estes valores não levam em conta os valores recíprocos da escala, totalizando 17 opções no total.

A outra consideração foi que nenhum dos participantes no teste utilizou as lacunas intermediárias. Assim, partindo das observações realizadas a partir do questionário teste, o modelo básico do questionário a ser utilizado na presente pesquisa foi reformulado de acordo com o quadro abaixo.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pouco grande	Igual	Pouco pequena	Pequena	Muito pequena	Mínima	
Opção A										Opção B

QUADRO 6 – QUADRO BÁSICO DO QUESTIONÁRIO APÓS AS CORREÇÕES DO PRIMEIRO TESTE
FONTE: O AUTOR (2012)

Também foi observado no teste do questionário que a utilização de comparações paritárias não é muito comum, necessitando assim uma explicação por parte da pessoa que está aplicando o questionário. Durante o pré-teste isto não foi

um problema, pois os respondentes estavam todos juntos em uma sala. Todavia, durante a pesquisa a ser realizada no presente trabalho, o questionário será distribuído pela internet para empresas incubadas em diversos municípios.

Levando os diversos fatos ocorridos durante a fase teste e validação do questionário, optou-se por uma versão simplificada do mesmo. Nesta versão, as perguntas são feitas individualmente para cada característica da hierarquia, utilizando uma escala de 1 a 9, permitindo comparações paritárias onde a razão pode variar de 9/1 a 1/9, conforme a metodologia preconiza. As opções passaram a ser: nenhum(a), mínimo(a), pequeno(a), grande e absoluta. Cada uma delas passou a ser considerada com um peso correspondente como descrito no Quadro 7

Opção	Peso
Nenhum(a)	1
Mínimo(a)	3
Pequeno(a)	5
Grande	7
Absoluta	9

QUADRO 7 – PESOS DAS OPÇÕES NO QUESTIONÁRIO.
FONTE: O AUTOR (2012).

Para uma melhor compreensão do procedimento adotado para a construção da matriz de comparações paritárias, será apresentado um o exemplo a seguir. Supondo a aplicação da AHP na seleção da cor de um produto qualquer, onde as opções são: azul, verde e amarelo, aplica-se um questionário com a pergunta: Qual é a sua satisfação se o produto X for da cor:

Azul

() Nenhuma () Mínima () Pequena () Grande () Absoluta

Verde

() Nenhuma () Mínima () Pequena () Grande () Absoluta

Amarelo

() Nenhuma () Mínima () Pequena () Grande () Absoluta

Ao responder a pergunta, o entrevistado responde para a cor azul como grande satisfação, para a cor verde, uma satisfação pequena e para o amarelo o entrevistado optou por nenhuma satisfação. Neste caso, os valores atribuídos são, respectivamente, 7, 5 e 1. Desta forma a matriz de comparação paritária correspondente é apresentada na Equação (24).

$$\begin{vmatrix} w_{azul}/w_{azul} & w_{azul}/w_{verde} & w_{azul}/w_{amarelo} \\ w_{verde}/w_{azul} & w_{verde}/w_{verde} & w_{verde}/w_{amarelo} \\ w_{amarelo}/w_{azul} & w_{amarelo}/w_{verde} & w_{amarelo}/w_{amarelo} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 7/7 & 7/5 & 7/1 \\ 5/7 & 5/5 & 5/1 \\ 1/7 & 1/5 & 1/1 \end{vmatrix} \quad (24)$$

$$= \begin{vmatrix} 1 & 7/5 & 7 \\ 5/7 & 1 & 5 \\ 1/7 & 1/5 & 1 \end{vmatrix}$$

Procedendo desta maneira, acredita-se que o questionário ficou mais intuitivo aos respondentes eliminando o problema dos índices de consistência superiores a 0,1 para esta parte do cálculo dos pesos. Ainda em relação aos cálculos dos pesos, utilizou-se a média geométrica das diversas respostas para as mesmas perguntas, seguindo a metodologia. Como a construção da matriz de prioridade é baseada nas razões das respostas, também não há alteração no resultado, pois a média geométrica da razão é igual a razão das médias geométricas. A versão final do questionário em formato texto, o qual foi utilizado na presente pesquisa, consta no Apêndice 1.

Como a população da pesquisa está distribuída em todo o território do estado do Paraná e para facilitar a resposta pelos empreendedores, optou-se por desenvolver uma versão eletrônica do questionário e disponibilizá-lo na internet. Este questionário eletrônico foi desenvolvido utilizando a linguagem Python® no lado do servidor e Dojo Toolkit® no lado do cliente. Durante seu desenvolvimento, procurou-se atender os critérios da metodologia descritos em 4.4, agrupando as opções em telas separadas para conduzir os respondentes a comparação entre suas opções nos temas abordados. O questionário eletrônico esteve disponível no endereço <http://cmi.tecpar.br/q> durante os meses de setembro e outubro de 2012. A

Figura 10 mostra a tela de apresentação do questionário publicado na internet. As demais telas são apresentadas no Apêndice B.

Questionário de pesquisa

Reiniciar Gravar

TECPAR
INSTITUTO DE TECNOLOGIA DO PARANÁ

UFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TECPAR
INTEC

Introdução | Infraestrutura | Competências | Acesso | Resultados | Custo/Benefício | Perguntas finais | Dúvidas e contato

Prezado Empreendedor:

Muitos são os desafios na criação de novos negócios baseados em tecnologia. Isto torna o apoio fornecido por incubadoras de empresa um processo essencial para o desenvolvimento de nosso país. É neste ambiente que a Incubadora Tecnológica de Curitiba (INTEC) junto ao Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR) o veem desenvolvendo ao longo dos seus 22 anos de experiência. Assim, é objetivo desta pesquisa desenvolvida com apoio da Universidade Federal do Paraná (UFPR) perceber a sua opinião sobre qual a importância relativa das características e práticas para a construção de uma infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento a ser instalada em uma incubadora de empresas. Serão necessários não mais que **15 minutos** do seu tempo para contribuir neste processo.

Para esta pesquisa, foram relacionados por um grupo de especialistas os principais aspectos pertinentes à infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento a ser implantada em uma incubadora de empresas de base tecnológica.

Cada bloco de perguntas possui uma explicação sobre seu contexto e os termos utilizados. Cada pergunta refere-se ao grau de importância de determinada característica. É possível comparar as respostas com outras características do mesmo bloco. Em caso de dúvida, é possível marcar duas opções.

Ao final do questionário existem algumas perguntas para considerar suas respostas em um contexto mais abrangente.

Desde já agradecemos sua indispensável colaboração.

FIGURA 10 – ABA DE APRESENTAÇÃO DO QUESTIONÁRIO ELETRÔNICO
FONTE: O AUTOR (2012).

Ao acessar o questionário pelo endereço <http://cmi.tecpar.br/q>, era gerado um código automático o qual permitia ao respondente gravar os resultados e continuar as respostas em outro momento. Este código passa a fazer parte do endereço da página, permitindo o empreendedor gravá-lo nos favoritos do navegador de internet. Também foram disponibilizados dois botões de acesso, um para reiniciar o preenchimento do questionário gerando um novo código, e outro para gravar os resultados. Caso o respondente fecha-se o navegador ou abandone-se a página do questionário antes de gravar os resultados, uma mensagem era apresentada alertando-o para evitar respostas incompletas.

Com o objetivo de facilitar o acesso às empresas incubadas e maximizar a quantidade de questionários respondidos, foi realizado contato por correio eletrônico com os coordenadores das incubadoras selecionadas para a pesquisa. Nesta correspondência, foi solicitada sua colaboração e divulgação do questionário junto as empresas incubadas. Foi estabelecida a data limite de 30 de outubro de 2012 para que as empresas participassem da pesquisa.

6 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos com a pesquisa. Em primeiro lugar serão mostradas as respostas do questionário, para, em seguida, serem detalhados os cálculos utilizados na aplicação do método AHP, o cálculo da sensibilidade dos resultados e, por fim, os cálculos da aplicação do método ANP.

6.1 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO

Ao final do prazo estabelecido de 30 de outubro de 2012, 19 questionários haviam sido respondidos. Destes, 2 questionários foram desconsiderados por não satisfazerem aos critérios de amostragem estabelecidos nas limitações do trabalho de pesquisa, as quais excluía as empresas de natureza de desenvolvimento de programas de computador, seção 1.4.

O Quadro 8 mostra a codificação das questões utilizadas na apresentação dos resultados do Quadro 9 e do Quadro 10. Estes por sua vez, apresentam respectivamente as respostas fechadas e abertas dos questionários considerados válidos na pesquisa e na aplicação do método AHP. A distribuição das respostas é representada nos gráficos da Figura 11 à Figura 25.

Código	Questão
QId	Número de identificação do questionário respondido
Q0	Qual é a importância da competência vinculada a infraestrutura de P&D?
Q1	Qual é a importância do resultado obtido utilizando uma infraestrutura de P&D?
Q2	Qual é a importância do modelo de acesso a infraestrutura de P&D?
Q3	Qual é a importância do custo/benefício obtido com a utilização da infraestrutura de P&D?
Q4	Qual é a importância da cooperação com universidades e institutos de pesquisa para a competência da infraestrutura de P&D?
Q5	Qual é a importância da operação em rede para a infraestrutura de P&D?
Q6	Qual é a importância da competência do próprio laboratório para operação da infraestrutura de P&D?
Q7	Qual é a importância do acesso compartilhado para a infraestrutura de P&D?
Q8	Qual é a importância do uso exclusivo da infraestrutura de P&D?
Q9	Qual é a importância da infraestrutura de P&D oferecer acesso remoto aos seus equipamentos?
Q10	Qual é a importância do laboratório oferecer ferramentas de virtualização de produtos?
Q11	Qual é a importância do compartilhamento do resultado entre os usuários da infraestrutura de P&D?
Q12	Qual é a importância do sigilo do resultado entre os usuários da infraestrutura de P&D?
Q13	Qual é a importância do custo para utilização da infraestrutura de P&D?
Q14	Qual é a importância do benefício obtido com a utilização da infraestrutura de P&D?
P0	Em qual município sua empresa está incubada?
P1	Qual é o ramo de atividade do principal produto de sua empresa?
P2	Utilizou ou cooperou com universidades ou institutos de pesquisa no último ano? Quais?

QUADRO 8 – CODIFICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO E DAS QUESTÕES UTILIZADOS NOS QUADROS 9 E 10.

FONTE: O AUTOR (2013)

QId	Q0	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14
2	Grande	Grande	Mínimo	Grande	Grande	Grande	Grande	Grande	Mínimo	Grande	Grande	Absoluta	Mínima	Grande	Grande
3	Absoluta	Grande	Grande	Pequena	Pequena	Pequena	Absoluta	Pequena	Pequena	Nenhuma	Nenhuma	-	-	-	-
4	Absoluta	Grande	Grande	Pequena	Grande	Pequena	Absoluta	Pequena	Absoluta	Grande	Pequena	Grande	Grande	Pequena	Absoluta
5	Absoluta	Grande	Grande	Grande	Grande	Grande	Grande	Pequena	Pequena	Pequena	-	Pequena	Grande	Pequena	Grande
7	Absoluta	Grande	Grande	Grande	Grande	Grande	Grande	Mínimo	Mínimo	Pequena	Pequena	Grande	Pequena	Grande	Pequena
8	Grande	Grande	Pequena	Grande	Grande	Pequena	Pequena	Pequena	Pequena	Grande	Grande	Grande	Pequena	Grande	Grande
9	Pequena	Absoluta	Pequena	Mínimo	Absoluta	Absoluta	Grande	Absoluta	Mínimo	Absoluta	Absoluta	Absoluta	Nenhuma	Grande	Absoluta
10	Absoluta	Grande	Grande	Absoluta	Absoluta	Grande	Absoluta	Grande	Pequena	Grande	Grande	Grande	Grande	Grande	Absoluta
11	Grande	Grande	Absoluta	Grande	Absoluta	Absoluta	Grande	Pequena	Grande	Grande	Grande	Grande	Absoluta	Grande	Grande
12	Absoluta	Absoluta	Grande	Grande	Grande	Grande	Grande	Absoluta	Absoluta	Absoluta	Absoluta	Grande	Grande	Grande	Grande
13	Grande	Grande	Absoluta	Absoluta	Grande	Grande	Grande	Mínimo	Grande	Grande	Grande	Grande	Pequena	Grande	Grande
14	Absoluta	Grande	Grande	Grande	Grande	Absoluta	Grande	Grande	Grande	Pequena	Pequena	Absoluta	Absoluta	Grande	Grande
15	Grande	Absoluta	Pequena	Grande	Absoluta	Absoluta	Grande	Absoluta	Grande	Pequena	Pequena	Grande	Grande	Grande	Grande
17	Grande	Grande	Absoluta	Grande	Grande	Grande	Grande	Grande	Pequena	Mínima	Pequena	Grande	Pequena	Grande	Grande
18	Grande	Grande	Grande	Grande	Absoluta	Absoluta	Grande	Grande	Mínimo	Absoluta	Grande	Grande	Mínima	Grande	Grande
20	Grande	Grande	Grande	Grande	Pequena	Pequena	Grande	Grande	Mínimo	Mínima	Mínima	Nenhuma	Absoluta	Grande	Grande
21	Grande	Grande	Grande	Grande	Grande	Grande	Grande	Grande	Pequena	Nenhuma	Grande	Pequena	Pequena	Mínima	Grande

QUADRO 9 – RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS VÁLIDOS PARA AS QUESTÕES FECHADAS.
FONTE: O AUTOR (2013)

Qld	P0	P1	P2
2	Curitiba	Serviços análise dinâmica	Não
3	Pinhais	Fabricação de Máquina e equipamentos.	Não
4	-	-	-
5	Foz do Iguaçu/PR	Educação Ambiental	Não
7	Ponta Grossa	Serviços - Consultoria/ Diagnóstico	Sim, no ultimo ano utilizei a faculdade uniao e no momento utilizo os espaço dela para fazer a pós graduação da 3G Soluções
8	Curitiba	Automação / Equipamentos Industriais (Equipamentos Laboratoriais)	Sim. Universidade Positivo / CEDUP / FURB / UFPR
9	Ponta Grossa	engenharia elétrica	não
10	Ponta Grossa	Tecnologia	Sim. Desenvolvimento de um sistema web para controle de participantes do evento da SATI.
11	Medianeira/PR	Serviço	Sim. Universidade Tecnológica Federal do Paraná
12	Ponta Grossa	É uma incubadora de Base Tecnológica	Estamos dentro de uma Universidade
13	Foz do Iguaçu	Prestadora de serviços em treinamento e desenvolvimento para a sustentabilidade	Não
14	Foz do Iguaçu	Fábrica de Software	Não.
15	Ponta Grossa	Consultorias	Sim. UTFPR- Ponta Grossa, Laboratório de Bioengenharia e Microbiologia.
17	Curitiba Paraná	-	-
18	Curitiba	Desenvolvimento de software	Não
20	Curitiba	Serviços de engenharia	UFU, Lactec, UTFPR, UFSC, Certi
21	Curitiba	Serviços análise dinâmica	Não

QUADRO 10 – RESPOSTAS DAS QUESTÕES ABERTAS RELATIVAS AOS QUESTIONÁRIOS VÁLIDOS

FONTE: O AUTOR (2013)

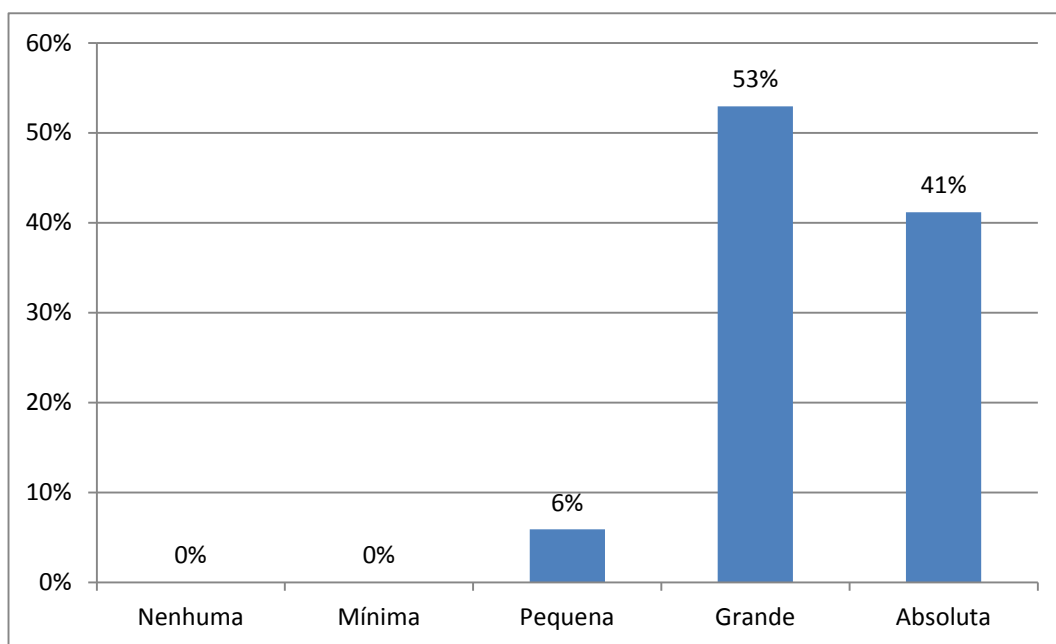


FIGURA 11 – DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DA COMPETÊNCIA VINCULADA A INFRAESTRUTURA DE P&D?
FONTE: O AUTOR (2013)

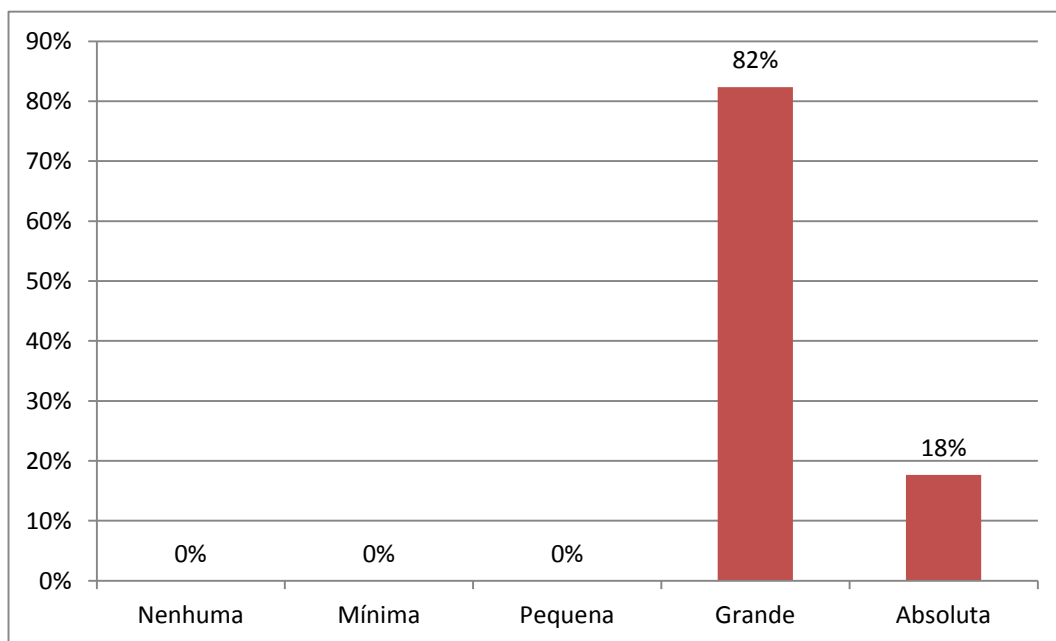


FIGURA 12 – DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO RESULTADO OBTIDO UTILIZANDO UMA INFRAESTRUTURA DE P&D?
FONTE: O AUTOR (2013)

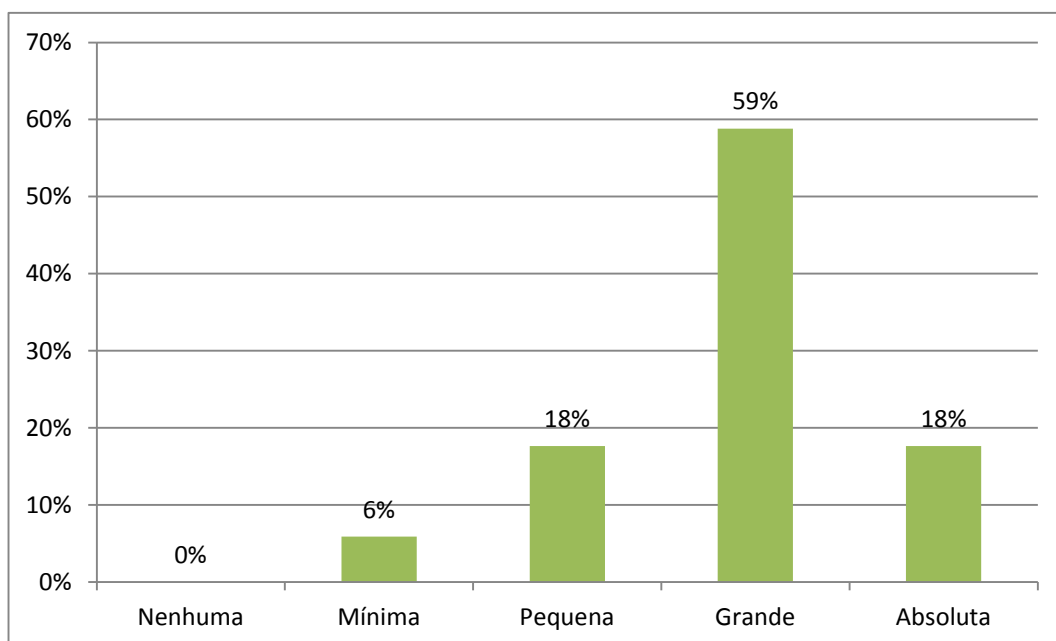


FIGURA 13 – DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO MODELO DE ACESSO A INFRAESTRUTURA DE P&D?
FONTE: O AUTOR (2013)

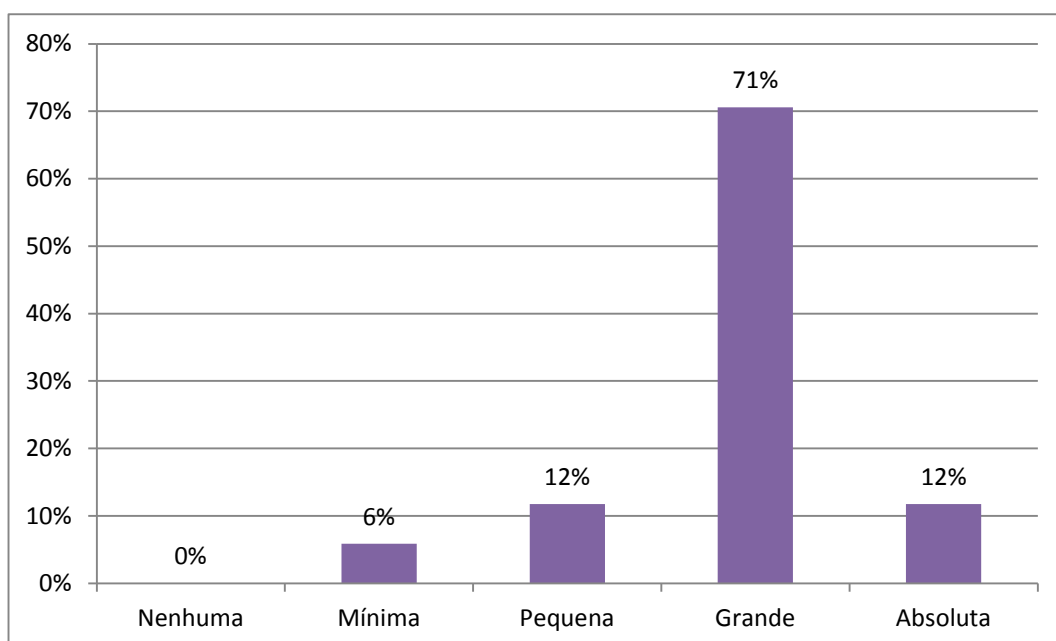


FIGURA 14 – DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO CUSTO/BENEFÍCIO OBTIDO COM A UTILIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE P&D?
FONTE: O AUTOR (2013)

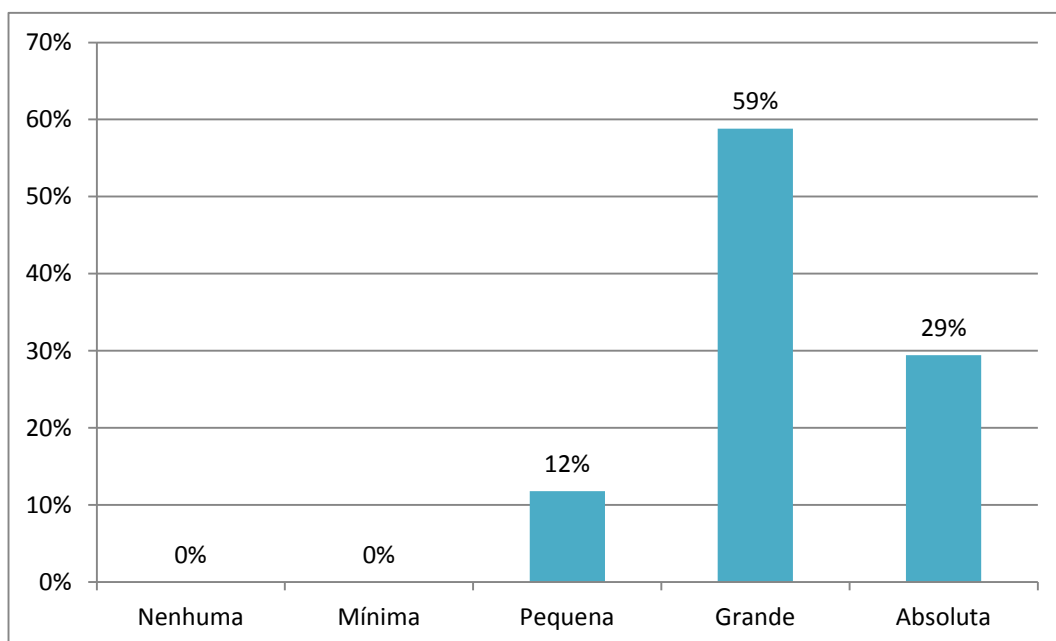


FIGURA 15 – DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DA COOPERAÇÃO COM UNIVERSIDADES E INSTITUTOS DE PESQUISA PARA A COMPETÊNCIA DA INFRAESTRUTURA DE P&D?

FONTE: O AUTOR (2013)

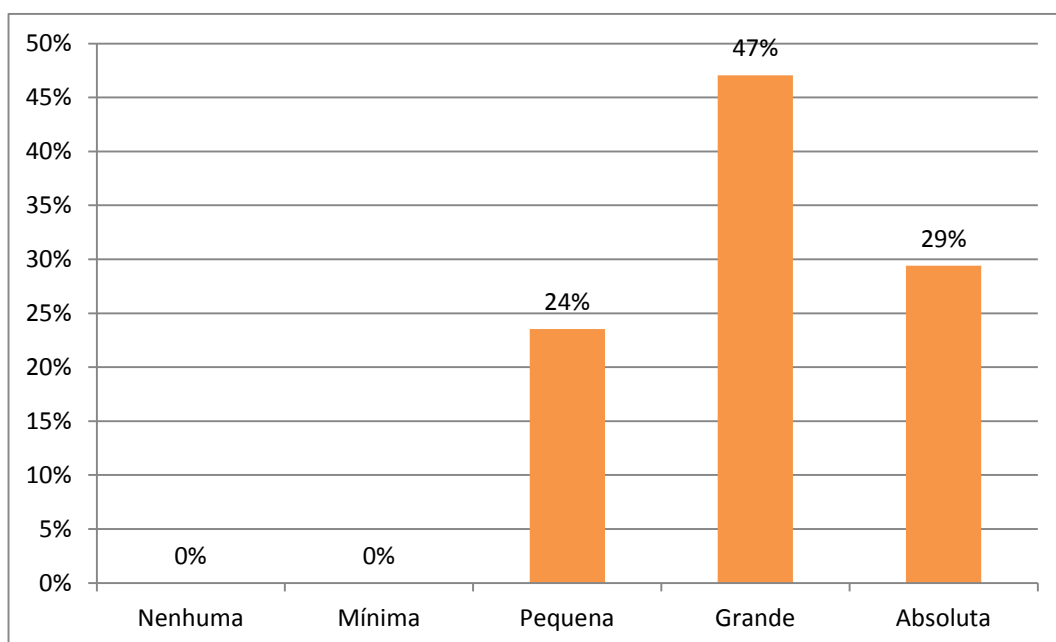


FIGURA 16 – DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DA OPERAÇÃO EM REDE PARA A INFRAESTRUTURA DE P&D?

FONTE: O AUTOR (2013)

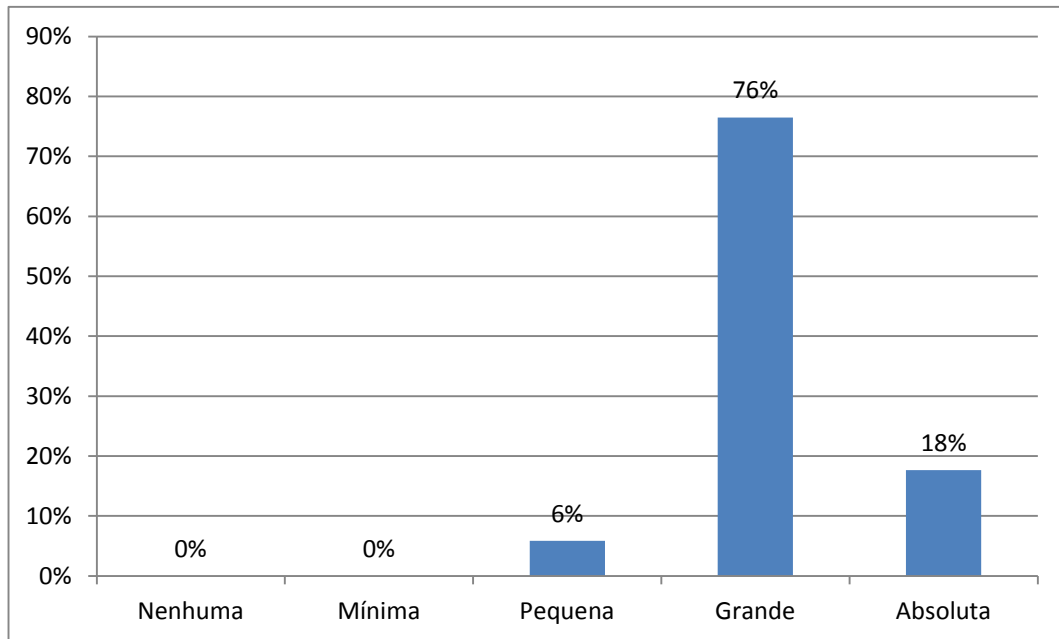


FIGURA 17 – DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DA COMPETÊNCIA DO PRÓPRIO LABORATÓRIO PARA OPERAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE P&D?

FONTE: O AUTOR (2013)

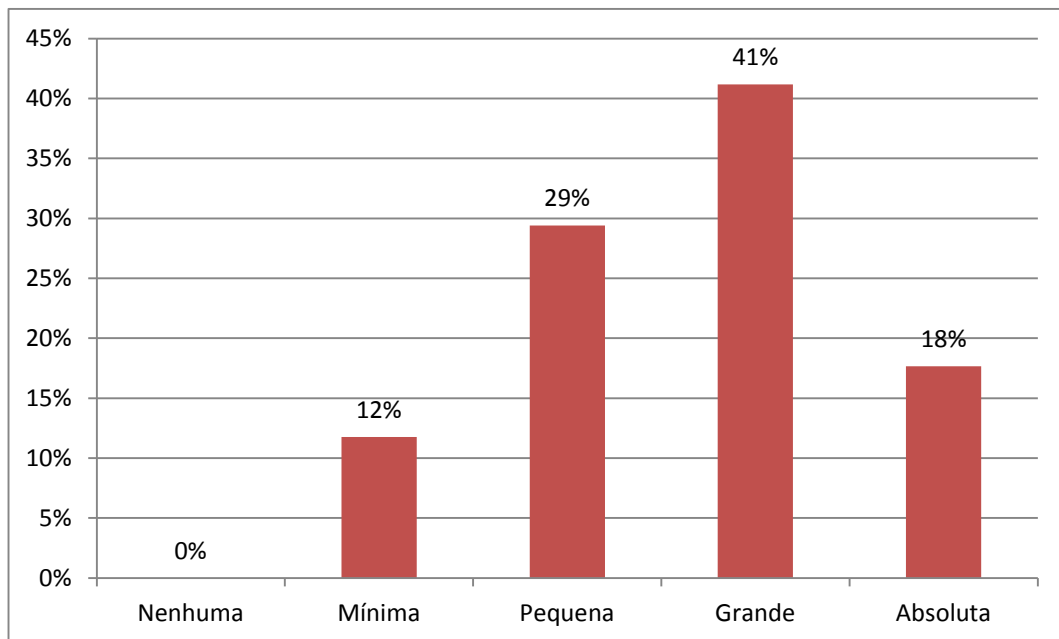


FIGURA 18 – DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO ACESSO COMPARTILHADO PARA A INFRAESTRUTURA DE P&D?

FONTE: O AUTOR (2013)

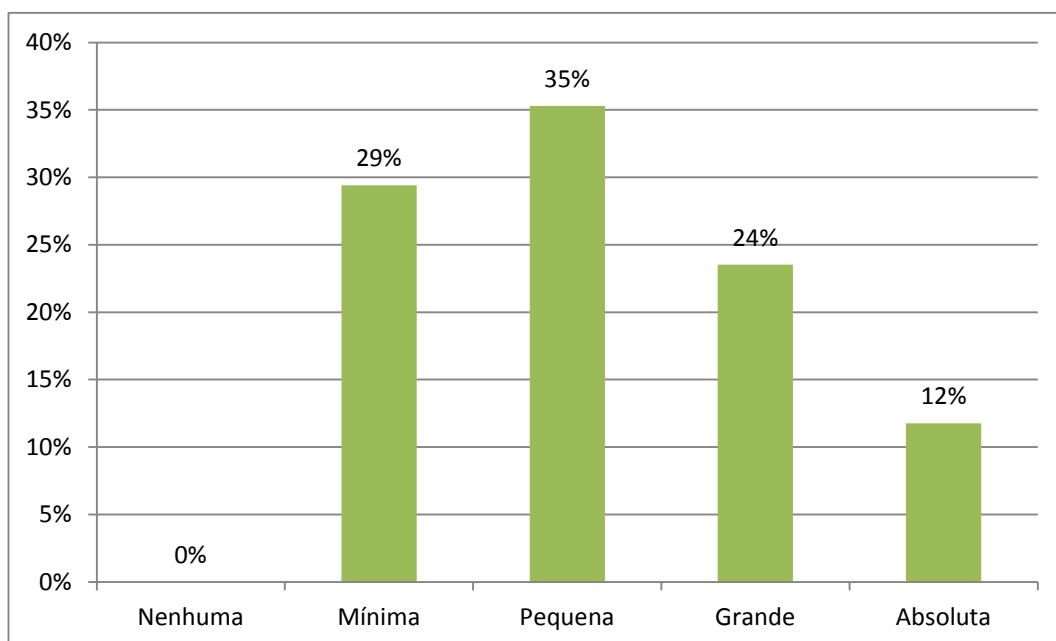


FIGURA 19 – DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO USO EXCLUSIVO DA INFRAESTRUTURA DE P&D?
 FONTE: O AUTOR (2013)

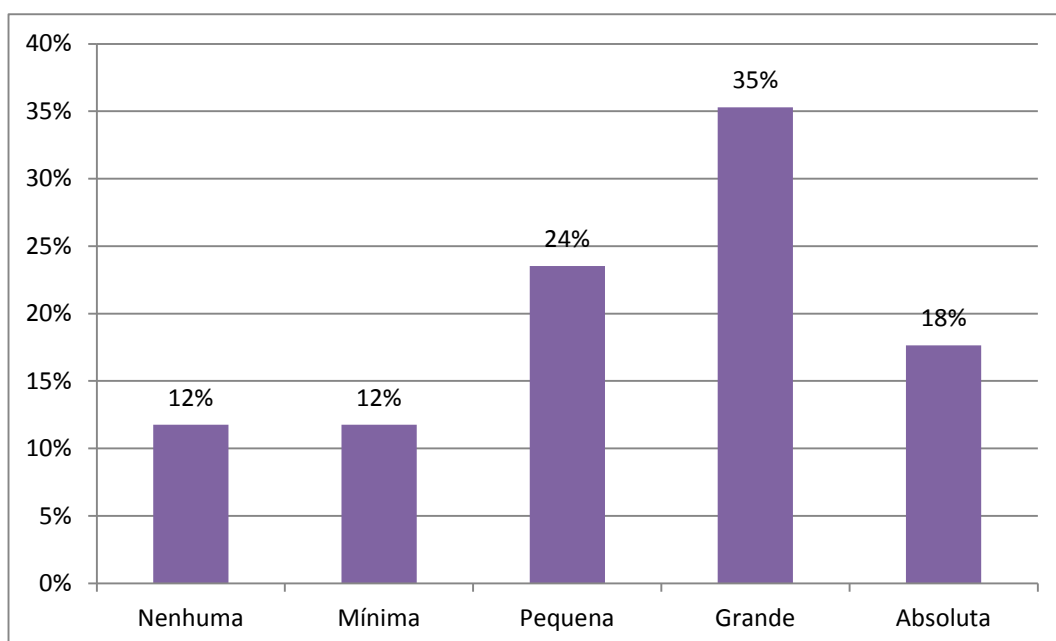


FIGURA 20 – DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DA INFRAESTRUTURA DE P&D OFERECER ACESSO REMOTO AOS SEUS EQUIPAMENTOS?
 FONTE: O AUTOR (2013)

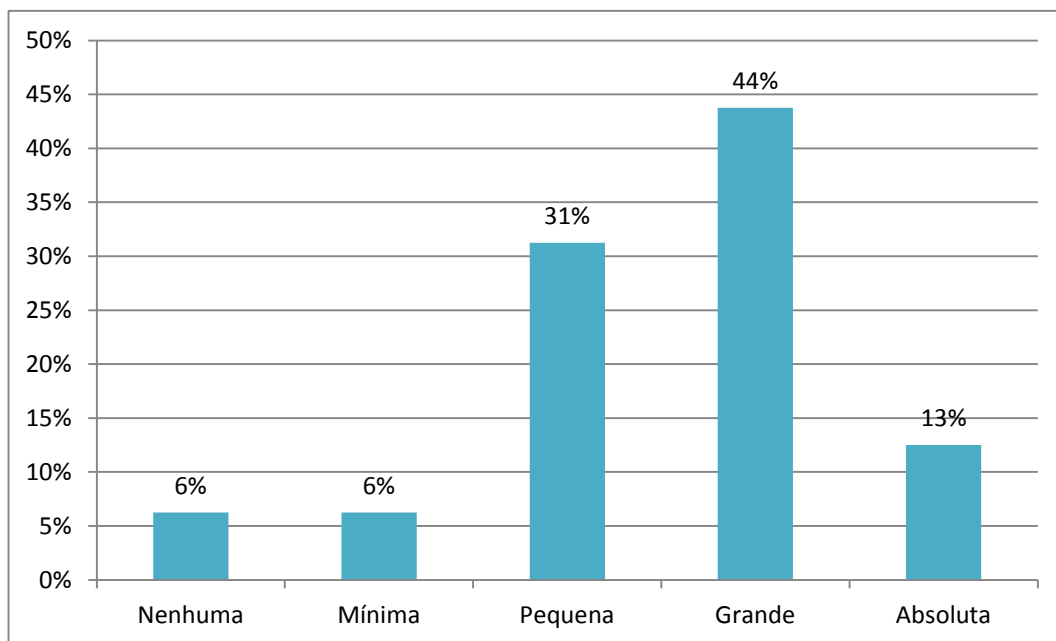


FIGURA 21 – DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO LABORATÓRIO OFERECER FERRAMENTAS DE VIRTUALIZAÇÃO DE PRODUTOS?

FONTE: O AUTOR (2013)

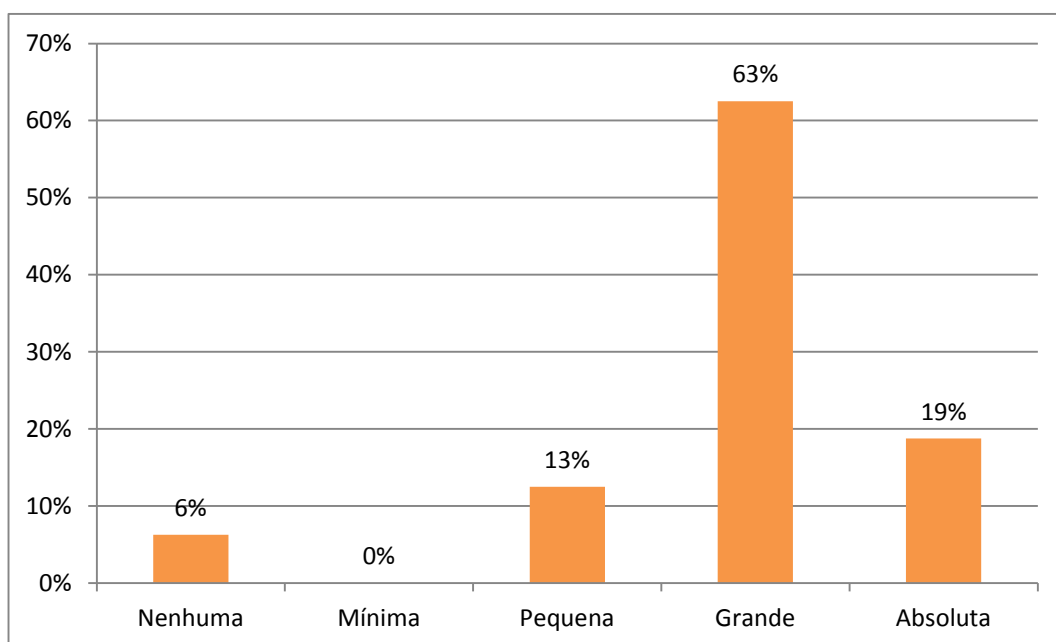


FIGURA 22 – DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO COMPARTILHAMENTO DO RESULTADO ENTRE OS USUÁRIOS DA INFRAESTRUTURA DE P&D?

FONTE: O AUTOR (2013)

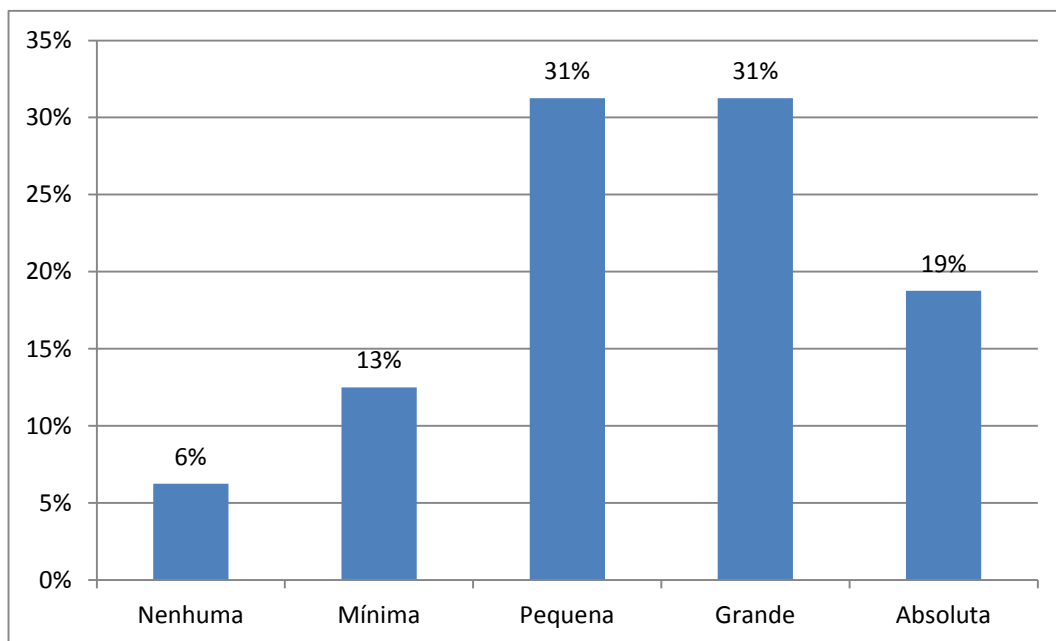


FIGURA 23 – DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO SIGILO DO RESULTADO ENTRE OS USUÁRIOS DA INFRAESTRUTURA DE P&D?
FONTE: O AUTOR (2013)

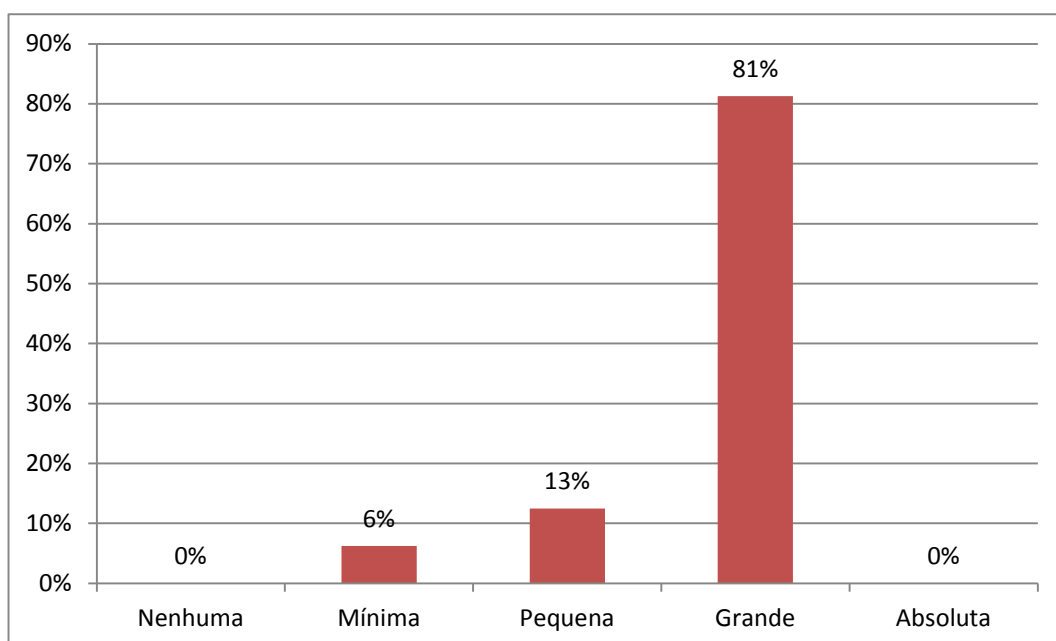


FIGURA 24 – DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO CUSTO PARA UTILIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE P&D?
FONTE: O AUTOR (2013)

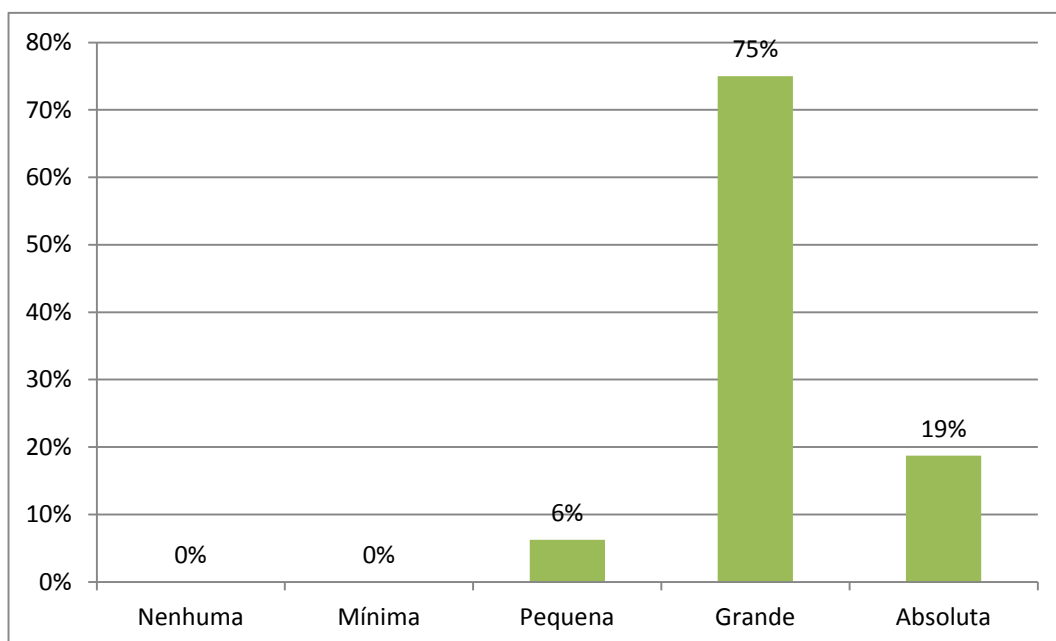


FIGURA 25 – DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS A PERGUNTA: QUAL É A IMPORTÂNCIA DO BENEFÍCIO OBTIDO COM A UTILIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE P&D?
 FONTE: O AUTOR (2013)

Apenas dois questionários estavam incompletos. Mesmo assim, as respostas preenchidas de ambos foram utilizadas para o cálculo da média geométrica das respostas, obtendo assim, uma estimativa do valor da resposta para cada uma das questões apresentadas. Do Quadro 8 e utilizando os valores de pesos do Quadro 7, obtém-se a Tabela 3, onde também são apresentados o resultado da média geométrica das respostas na Tabela 4.

As médias geométricas calculadas para cada uma das questões foram apresentadas na Tabela 4 utilizando três algarismos significativos. A próxima etapa do método é o cálculo das matrizes paritárias, comparando cada um dos níveis da hierarquia.

TABELA 3 – VALORES CORRESPONDENTES ÀS RESPOSTAS OBTIDAS COM OS QUESTIONÁRIOS RESPONDIDOS.

Qid	Q0	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14
2	7	7	3	7	7	7	7	7	3	7	7	9	3	7	7
3	9	7	7	5	5	5	9	5	5	1	1	-	-	-	-
4	9	7	7	5	7	5	9	5	9	7	5	7	7	5	9
5	9	7	7	7	7	7	7	5	5	5	-	5	7	5	7
7	9	7	7	7	7	7	7	3	3	5	5	7	5	7	5
8	7	7	5	7	7	5	5	5	5	7	7	7	5	7	7
9	5	9	5	3	9	9	7	9	3	9	9	9	1	7	9
10	9	7	7	9	9	7	9	7	5	7	7	7	7	7	9
11	7	7	9	7	9	9	7	5	7	7	7	7	9	7	7
12	9	9	7	7	7	7	7	9	9	9	9	7	7	7	7
13	7	7	9	9	7	7	7	3	7	7	7	7	5	7	7
14	9	7	7	7	7	9	7	7	7	5	5	9	9	7	7
15	7	9	5	7	9	9	7	9	7	5	5	7	7	7	7
17	7	7	9	7	7	7	7	7	5	3	5	7	5	7	7
18	7	7	7	7	9	9	7	7	3	9	7	7	3	7	7
20	7	7	7	7	5	5	7	7	3	3	3	1	9	7	7
21	7	7	7	7	7	7	7	7	5	1	7	5	5	3	7

FONTE: O AUTOR (2013)

TABELA 4 – VALORES OBTIDOS PARA AS MÉDIAS GEOMÉTRICAS DAS RESPOSTAS AS QUESTÕES Q0 A Q14

Qid	Média geométrica
Q0	7,61
Q1	7,32
Q2	6,56
Q3	6,59
Q4	7,24
Q5	6,96
Q6	7,17
Q7	5,99
Q8	4,99
Q9	4,87
Q10	5,46
Q11	6,23
Q12	5,26
Q13	6,36
Q14	7,18

FONTE: O AUTOR (2013)

6.2 CÁLCULO DAS MATRIZES PARITÁRIAS

O cálculo das matrizes de comparação paritárias é realizado para cada um dos níveis da hierarquia, dividindo-se o valor obtido pela média geométrica de uma questão por outra. O segundo nível da hierarquia é apresentado na Figura 26. As questões Q0, Q1, Q2 e Q3 dizem respeito a este nível. Assim, calcula-se a matriz de comparação paritária, como apresentado na matriz da Equação (25). Apenas para esta matriz foi necessário inverter a posição entre Q1 e Q2 nas linhas e colunas, pois, ao montar o questionário, a ordem das questões foi invertida. Com esta inversão, as matrizes podem ser multiplicadas mantendo a ordem dos critérios e resultados.

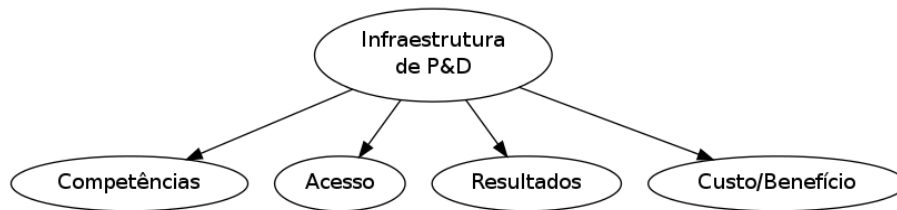


FIGURA 26 – PARTE EXTRAÍDA DA HIERARQUIA REPRESENTANDO A RELAÇÃO ENTRE A COMPETÊNCIA, O ACESSO, OS RESULTADOS E O CUSTO/BENEFÍCIO COM A INFRAESTRUTURA DE P&D.

FONTE: O AUTOR (2012).

$$\begin{aligned}
 M_1 &= \begin{vmatrix} Q^0/Q^0 & Q^0/Q^2 & Q^0/Q^1 & Q^0/Q^3 \\ Q^2/Q^0 & Q^2/Q^2 & Q^2/Q^1 & Q^2/Q^3 \\ Q^1/Q^0 & Q^1/Q^2 & Q^1/Q^1 & Q^1/Q^3 \\ Q^3/Q^0 & Q^3/Q^2 & Q^3/Q^1 & Q^3/Q^3 \end{vmatrix} & (25) \\
 M_1 &= \begin{vmatrix} 7,61/7,61 & 7,61/6,56 & 7,61/7,32 & 7,61/6,59 \\ 6,56/7,61 & 6,56/6,56 & 6,56/7,32 & 6,56/6,59 \\ 7,32/7,61 & 7,32/6,56 & 7,32/7,32 & 7,32/6,59 \\ 6,59/7,61 & 6,59/6,56 & 6,59/7,32 & 6,59/6,59 \end{vmatrix} \\
 &= \begin{vmatrix} 1 & 1,16 & 1,04 & 1,15 \\ 0,862 & 1 & 0,896 & 0,995 \\ 0,961 & 1,12 & 1 & 1,11 \\ 0,866 & 1 & 0,901 & 1 \end{vmatrix}
 \end{aligned}$$

O autovetor correspondente a matriz da M_1 da Equação (25) é calculado e apresentado na Equação (26).

$$W_1 = \begin{bmatrix} 0,271 \\ 0,234 \\ 0,260 \\ 0,235 \end{bmatrix} \quad (26)$$

Da mesma maneira, as outras partes da estrutura hierárquica são utilizadas para cálculo das respectivas matrizes de comparação paritária e seus autovetores.



FIGURA 27 – PARTE EXTRAÍDA DA HIERARQUIA REPRESENTANDO A RELAÇÃO ENTRE AS COMPETÊNCIAS DO PESSOAL PRÓPRIO DO LABORATÓRIO, A COOPERAÇÃO COM UNIVERSIDADES E INSTITUTOS DE PESQUISA E A COOPERAÇÃO EM REDE.

FONTE: O AUTOR (2012).

$$M_{21} = \begin{bmatrix} Q^4/Q_4 & Q^4/Q_5 & Q^4/Q_6 \\ Q^5/Q_4 & Q^5/Q_5 & Q^5/Q_6 \\ Q^6/Q_4 & Q^6/Q_5 & Q^6/Q_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7,24/7,24 & 7,24/6,96 & 7,24/7,17 \\ 6,96/7,24 & 6,96/6,96 & 6,96/7,17 \\ 7,17/7,24 & 7,17/6,96 & 7,17/7,17 \end{bmatrix} \quad (27)$$

$$M_{21} = \begin{bmatrix} 1 & 1,04 & 1,01 \\ 0,965 & 1 & 0,974 \\ 0,991 & 1,03 & 1 \end{bmatrix}$$

$$W_{21} = \begin{bmatrix} 0,339 \\ 0,326 \\ 0,335 \end{bmatrix}$$

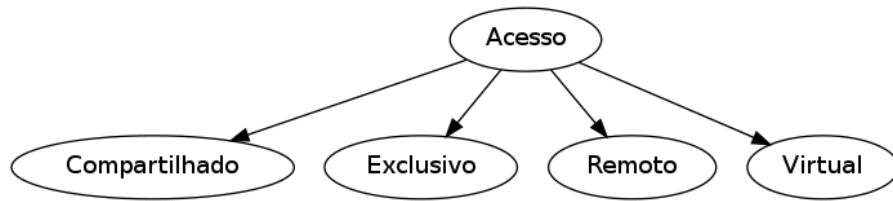


FIGURA 28 – PARTE EXTRAÍDA DA HIERARQUIA REPRESENTANDO A IMPORTÂNCIA ENTRE OS TIPOS DE ACESSO À INFRAESTRUTURA DE P&D, ACESSO COMPARTILHADO, EXCLUSIVO, REMOTO OU VIRTUAL.
FONTE: O AUTOR (2012).

$$\begin{aligned}
 M_{22} &= \begin{vmatrix} Q^7/Q^7 & Q^7/Q^8 & Q^7/Q^9 & Q^7/Q^{10} \\ Q^8/Q^7 & Q^8/Q^8 & Q^8/Q^9 & Q^8/Q^{10} \\ Q^9/Q^7 & Q^9/Q^8 & Q^9/Q^9 & Q^9/Q^{10} \\ Q^{10}/Q^7 & Q^{10}/Q^8 & Q^{10}/Q^9 & Q^{10}/Q^{10} \end{vmatrix} \quad (28) \\
 &= \begin{vmatrix} 5,99/5,99 & 5,99/4,99 & 5,99/4,87 & 5,99/5,46 \\ 4,99/5,99 & 4,99/4,99 & 4,99/4,87 & 4,99/5,46 \\ 4,87/5,99 & 4,87/4,99 & 4,87/4,87 & 4,87/5,46 \\ 5,46/5,99 & 5,46/4,99 & 5,46/4,87 & 5,46/5,46 \end{vmatrix} \\
 M_{22} &= \begin{vmatrix} 1 & 1,20 & 1,23 & 1,10 \\ 0,832 & 1 & 1,03 & 0,914 \\ 0,811 & 0,975 & 1 & 0,891 \\ 0,910 & 1,09 & 1,12 & 1 \end{vmatrix} \\
 W_{22} &= \begin{vmatrix} 0,282 \\ 0,234 \\ 0,228 \\ 0,256 \end{vmatrix}
 \end{aligned}$$



FIGURA 29 – RELAÇÃO DA IMPORTÂNCIA ENTRE O COMPARTILHAMENTO E O SIGILO DOS RESULTADOS OBTIDOS COM A UTILIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE P&D.
FONTE: O AUTOR (2012).

$$M_{23} = \begin{vmatrix} Q_{11}^{11}/Q_{11}^{11} & Q_{11}^{11}/Q_{12}^{12} \\ Q_{12}^{12}/Q_{11}^{11} & Q_{12}^{12}/Q_{12}^{12} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 6,23/6,23 & 6,23/5,26 \\ 5,26/6,23 & 5,26/5,26 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 1,18 \\ 0,844 & 1 \end{vmatrix} \quad (29)$$

$$W_{23} = \begin{vmatrix} 0,542 \\ 0,458 \end{vmatrix}$$

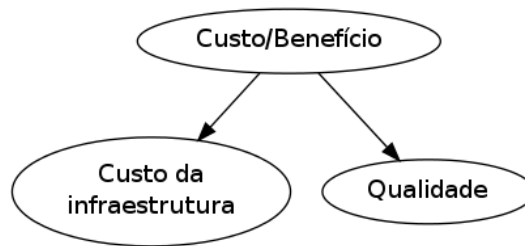


FIGURA 30 – PARTE DA HIERARQUIA QUE REPRESENTA A IMPORTÂNCIA DA RELAÇÃO CUSTO/BENEFÍCIO AO UTILIZAR A INFRAESTRUTURA DE P&D.
FONTE: O AUTOR (2012).

$$M_{24} = \begin{vmatrix} Q_{13}^{13}/Q_{13}^{13} & Q_{13}^{13}/Q_{14}^{14} \\ Q_{14}^{14}/Q_{13}^{13} & Q_{14}^{14}/Q_{14}^{14} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 6,36/6,36 & 6,36/7,18 \\ 7,18/6,36 & 7,18/7,18 \end{vmatrix} \quad (30)$$

$$= \begin{vmatrix} 1 & 0,886 \\ 1,13 & 1 \end{vmatrix}$$

$$W_{24} = \begin{vmatrix} 0,470 \\ 0,530 \end{vmatrix}$$

Após o cálculo dos auto vetores que representam os pesos dos critérios para os dois primeiros níveis da hierarquia, multiplica-se as matrizes do segundo nível

pelo peso correspondente ao primeiro nível. Este processo é equivalente a construção da matriz M_2 para obter a matriz dos pesos para o segundo nível da hierarquia W_2 .

$$M_2 = \begin{bmatrix} W_{21} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & W_{22} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & W_{23} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & W_{24} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,339 & 0 & 0 & 0 \\ 0,326 & 0 & 0 & 0 \\ 0,335 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,282 & 0 & 0 \\ 0 & 0,234 & 0 & 0 \\ 0 & 0,228 & 0 & 0 \\ 0 & 0,256 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,542 & 0 \\ 0 & 0 & 0,458 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,470 \\ 0 & 0 & 0 & 0,530 \end{bmatrix}$$

$$W_2 = M_2 \cdot W_1 = \begin{bmatrix} 0,339 & 0 & 0 & 0 \\ 0,326 & 0 & 0 & 0 \\ 0,335 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,282 & 0 & 0 \\ 0 & 0,234 & 0 & 0 \\ 0 & 0,228 & 0 & 0 \\ 0 & 0,256 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,542 & 0 \\ 0 & 0 & 0,458 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,470 \\ 0 & 0 & 0 & 0,530 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,271 \\ 0,234 \\ 0,260 \\ 0,235 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,0918 \\ 0,0883 \\ 0,0909 \\ 0,0657 \\ 0,0547 \\ 0,0533 \\ 0,0599 \\ 0,1413 \\ 0,1193 \\ 0,1103 \\ 0,1245 \end{bmatrix}$$

Com estes resultados, os pesos dos critérios para o terceiro nível da hierarquia é representado na Tabela 5.

TABELA 5 – PESOS DOS CRITÉRIOS DO TERCEIRO NÍVEL DA HIERARQUIA, CLASSIFICADOS EM ORDEM DECRESCENTE.

Critério	Peso
Compartilhamento dos resultados	14,13%
Qualidade ou benefício percebido	12,45%
Sigilo dos resultados	11,93%
Custo de utilização da infraestrutura	11,03%
Cooperação com universidades e institutos de pesquisa	9,18%
Competência do próprio laboratório	9,09%
Operação em rede	8,83%
Acesso compartilhado	6,57%
Virtualização	5,99%
Uso exclusivo	5,47%
Acesso remoto	5,33%

FONTE: O AUTOR (2012).

A próxima etapa do método é o cálculo dos pesos das alternativas, o quarto nível da hierarquia.

6.3 CÁLCULO DOS VETORES DE PESOS DAS ALTERNATIVAS

Para o cálculo dos pesos das alternativas, uma matriz de comparação paritária para cada um dos critérios é construída utilizando-se do conjunto das alternativas. Os critérios são apresentados no segundo nível da hierarquia e na Tabela 5. As alternativas são os sete modelos de laboratório estudados e apresentados no seção 2.4 deste trabalho de pesquisa.

Essa comparação exige um conhecimento profundo a respeito dos modelos de laboratório estudados. Para incluí-los no questionário distribuído aos empreendedores, seria necessário descrever com detalhes o funcionamento, operação, características e práticas de cada um dos modelos, além do aumento do número de perguntas. Estes acréscimos inviabilizariam a pesquisa. Por este motivo, optou-se neste trabalho pelo preenchimento das matrizes de comparação paritária do quarto nível da hierarquia pelo próprio pesquisador.

Diferentemente do questionário, optou-se em não utilizar os pesos das respostas apresentados no Quadro 7, mas sim em preencher as matrizes de

comparação diretamente com os valores que podem variar de $\frac{1}{9}$ a 9, conforme método AHP (SAATY, 1991). Como consequência, algumas matrizes apresentaram razão de consistência (RC) acima do valor considerado como limite de 0,1 (SAATY, 1991). Para estes casos, foi necessária a utilização do método descrito ao final do seção 4.5.4.

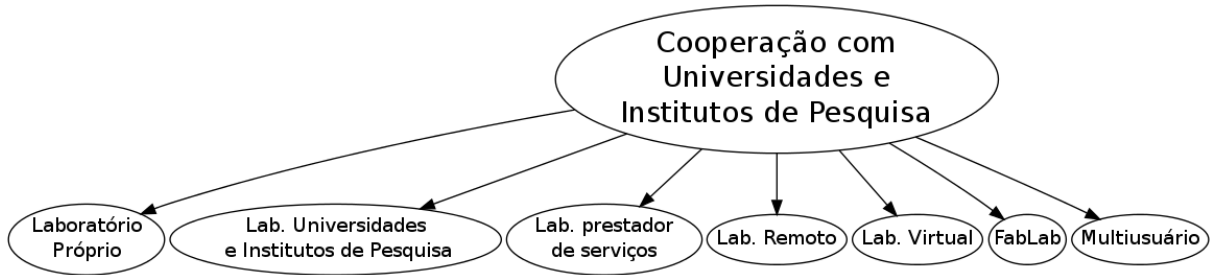


FIGURA 31 – PARTE DO QUARTO NÍVEL DA HIERARQUIA REPRESENTANDO A IMPORTÂNCIA DA COOPERAÇÃO COM UNIVERSIDADES E INSTITUTOS DE TECNOLOGIA EM CADA UM DOS MODELOS DE LABORATÓRIO.

FONTE: O AUTOR (2012).

Partindo do resumo da identificação dos critérios nos modelos de laboratório pesquisado, apresentado no Quadro 4, e parte da estrutura hierárquica apresentada na Figura 31, preencheu-se a matriz de comparação paritária para o critério de cooperação com universidades e institutos de pesquisa. A matriz é apresentada na Equação 31. A ordem da representação das linhas e colunas é: laboratório próprio, laboratório de universidades, laboratório prestadores de serviços, laboratório remoto, laboratório virtual, FabLab e o laboratório multiusuário.

$$M'_{31} = \begin{vmatrix} 1 & 1/5 & 1 & 3 & 8 & 1/3 & 1/3 \\ 5 & 1 & 7 & 5 & 9 & 3 & 3 \\ 1 & 1/7 & 1 & 1 & 3 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1/5 & 1 & 1 & 2 & 3 & 1/2 \\ 1/8 & 1/9 & 1/3 & 1/2 & 1 & 1/3 & 1/3 \\ 3 & 1/3 & 1 & 1/3 & 3 & 1 & 1 \\ 3 & 1/3 & 1 & 2 & 3 & 1 & 1 \end{vmatrix} \quad (31)$$

Uma vez preenchida a matriz, calcula-se o auto vetor W_{31} e o autovalor λ_{max} para obter o valor do índice de consistência (IC) e da razão de consistência (RC)

segundo equações (11 e 14, considerando $n = 7$. O valor de IR é obtido da Tabela 2, neste caso $IR = 1,32$.

$$W'_{31} = \begin{bmatrix} 0,116 \\ 0,398 \\ 0,090 \\ 0,100 \\ 0,032 \\ 0,120 \\ 0,141 \end{bmatrix}, \lambda_{max} = 8,01 \quad (32)$$

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{8,01 - 7}{7 - 1} \sim 0,169$$

$$RC = \frac{IC}{IR} = \frac{0,169}{1,32} \sim 0,128$$

Neste caso, o valor de RC foi superior ao limite de 0,1, conforme Equação 14. Desta maneira, torna-se necessário aplicar o algoritmo descrito em 4.5.4, que permite corrigir a matriz de comparações paritárias obtendo uma outra com $RC \leq 0,1$. Após aplicar o algoritmo, uma nova matriz é obtida, bem como novos valores para o auto vetor e autovalor.

$$M_{31} = \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 1 & 3 & 3,61 & 1/3 & 1/3 \\ 5 & 1 & 7 & 5 & 9 & 3 & 3 \\ 1 & 1/7 & 1 & 1 & 3 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1/5 & 1 & 1 & 2 & 3 & 1/2 \\ 1/8 & 1/9 & 1/3 & 1/2 & 1 & 1/3 & 1/3 \\ 3 & 1/3 & 1 & 1/3 & 3 & 1 & 1 \\ 3 & 1/3 & 1 & 2 & 3 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (33)$$

$$W_{31} = \begin{bmatrix} 0,102 \\ 0,407 \\ 0,092 \\ 0,104 \\ 0,034 \\ 0,120 \\ 0,142 \end{bmatrix}, \lambda_{max} = 7,79$$

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{7,79 - 7}{7 - 1} \sim 0,131$$

$$RC = \frac{IC}{IR} = \frac{0,131}{1,32} \sim 0,099 < 0,1$$

Observa-se que neste caso, apenas o elemento da quinta coluna na primeira linha foi alterado, indicando que o algoritmo foi aplicado apenas uma única vez, o que já foi suficiente para obter um valor de $RC \leq 0,1$. Também não há a necessidade de manter a reciprocidade da matriz ao aplicar o algoritmo (SAATY, 1991).

O mesmo processo é aplicado aos demais elementos da hierarquia até a obtenção de todos os vetores de peso das alternativas para cada um dos critérios. Estes cálculos são apresentados no Apêndice C.

Para a prática de acesso exclusivo ao laboratório, por ser o contrário da prática anterior que é o uso compartilhado, foi considerada a matriz como sendo a transposta a matriz anterior. Neste caso, apesar dos valores de λ_{max} , IC e RC serem os mesmos, o auto vetor, que representa o vetor dos pesos, é diferente para as duas matrizes.

Da mesma maneira que a matriz de comparações paritárias para a prática de acesso exclusivo ao laboratório foi considerada a matriz transposta da matriz de uso compartilhado, a matriz de sigilo das informações também foi considerada a matriz como sendo a transposta a matriz do compartilhamento das informações. Também neste caso, apesar dos valores de λ_{max} , IC e RC serem os mesmos, o autovetor, que representa o vetor dos pesos, é diferente para as duas matrizes.

Algumas considerações adicionais foram necessárias ao construir a matriz de comparações paritárias para o custo da utilização dos modelos de laboratório pesquisados. Ao final da aplicação do método, o modelo mais indicado para instalação em uma incubadora de empresas de base tecnológica será aquele que apresentar um peso maior. Observando da maneira como foi composta a pergunta no questionário, quanto ao custo da utilização da infraestrutura, percebe-se que quanto maior a importância do custo, menor deve ser o seu valor. Assim, ao construir a matriz de comparações paritárias para a importância do custo, tomou-se o sentido inverso, ou seja, quanto mais elevado for o valor do custo de um modelo se comparado a outro, menor é o valor em sua respectiva posição na matriz.

Toma-se como exemplo a relação do custo para o empreendedor em manter e utilizar um laboratório próprio, ou utilizar laboratórios de universidades e institutos de pesquisa. O custo para manter um laboratório próprio em uma empresa é muito maior do que utilizar os laboratórios de universidades, seja por que os laboratórios de universidades são estruturados com recursos oriundos dos governos, ou pelo

motivo desta infraestrutura não ser de uso exclusivo da empresa, mas compartilhado entre pesquisadores ou outros empreendedores. Neste caso, foi considerado que o custo do laboratório próprio é sete vezes maior que o de uma universidade. Ao preencher a matriz, esta posição, primeira linha com a segunda coluna, foi preenchida com o valor inverso, ou seja, $1/7$, indicando que para o empreendedor, a vantagem quanto ao custo em utilizar um laboratório de universidade é sete vezes maior do que montar um laboratório próprio.

Para a construção da matriz de comparações paritárias que relaciona os modelos de laboratório quanto a qualidade e o benefício percebido pelos empreendedores, foi utilizado um critério diferente. Neste caso foram considerados que todos os modelos podem fornecer resultados de igual importância aos empreendedores. Assim, todos os valores da matriz foram considerados igual a unidade. Como consequência, o peso de cada um dos modelos do auto vetor é o mesmo, o valor do autovalor (λ_{max}) é igual ao número n de linhas e colunas da matriz e os valores de IC e RC são aproximadamente nulos. Apesar de que em alguns casos a qualidade dos produtos oferecidos pelos modelos de laboratório não serem os mesmos, esta consideração foi necessária por tratar-se de uma primeira aproximação sobre o tema sobre modelos gerais de infraestrutura de P&D. Caso contrário, seria necessário abrir o ramo da qualidade em seus parâmetros de influência, o qual não é o objetivo deste trabalho de pesquisa.

A próxima etapa do método AHP é o cálculo do vetor de pesos para o último nível da matriz, que é o nível das alternativas. Este fornecerá a classificação de quais modelos de infraestrutura de P&D são mais adequadas para instalação em uma incubadora de empresas de base tecnológica, na opinião dos empreendedores respondentes ao questionário.

6.4 RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO

Após o cálculo dos pesos de cada critério, neste caso, características e práticas dos modelos de laboratório, procede-se a multiplicação destes vetores pelos vetores dos níveis imediatamente superiores na estrutura hierárquica. Este cálculo é equivalente às operações matriciais apresentadas na Equação 34

$$M_3 = |W_{31} \quad W_{32} \quad W_{33} \quad W_{34} \quad W_{35} \quad W_{36} \quad W_{37} \quad W_{38} \quad W_{39} \quad W_{310} \quad W_{311}| \quad (34)$$

$$M_3 = \begin{vmatrix} 0,102 & 0,218 & 0,220 & 0,026 & 0,347 & 0,073 & 0,096 & 0,027 & 0,395 & 0,026 & 0,143 \\ 0,407 & 0,277 & 0,341 & 0,177 & 0,056 & 0,076 & 0,203 & 0,270 & 0,036 & 0,102 & 0,143 \\ 0,092 & 0,088 & 0,143 & 0,112 & 0,097 & 0,073 & 0,048 & 0,073 & 0,134 & 0,062 & 0,143 \\ 0,104 & 0,116 & 0,095 & 0,148 & 0,072 & 0,542 & 0,121 & 0,129 & 0,076 & 0,075 & 0,143 \\ 0,034 & 0,037 & 0,029 & 0,025 & 0,353 & 0,099 & 0,410 & 0,051 & 0,191 & 0,182 & 0,143 \\ 0,120 & 0,163 & 0,098 & 0,241 & 0,038 & 0,069 & 0,064 & 0,378 & 0,026 & 0,466 & 0,143 \\ 0,142 & 0,100 & 0,074 & 0,273 & 0,036 & 0,069 & 0,058 & 0,072 & 0,142 & 0,086 & 0,143 \end{vmatrix}$$

$$W_3 = M_3 \cdot W_2$$

$$= \begin{vmatrix} 0,102 & 0,218 & 0,220 & 0,026 & 0,347 & 0,073 & 0,096 & 0,027 & 0,395 & 0,026 & 0,143 \\ 0,407 & 0,277 & 0,341 & 0,177 & 0,056 & 0,076 & 0,203 & 0,270 & 0,036 & 0,102 & 0,143 \\ 0,092 & 0,088 & 0,143 & 0,112 & 0,097 & 0,073 & 0,048 & 0,073 & 0,134 & 0,062 & 0,143 \\ 0,104 & 0,116 & 0,095 & 0,148 & 0,072 & 0,542 & 0,121 & 0,129 & 0,076 & 0,075 & 0,143 \\ 0,034 & 0,037 & 0,029 & 0,025 & 0,353 & 0,099 & 0,410 & 0,051 & 0,191 & 0,182 & 0,143 \\ 0,120 & 0,163 & 0,098 & 0,241 & 0,038 & 0,069 & 0,064 & 0,378 & 0,026 & 0,466 & 0,143 \\ 0,142 & 0,100 & 0,074 & 0,273 & 0,036 & 0,069 & 0,058 & 0,072 & 0,142 & 0,086 & 0,143 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 0,0918 \\ 0,0883 \\ 0,0909 \\ 0,0657 \\ 0,0547 \\ 0,0533 \\ 0,0599 \\ 0,1413 \\ 0,1193 \\ 0,1103 \\ 0,1245 \end{vmatrix}$$

$$W_3 = \begin{vmatrix} 0,151 \\ 0,195 \\ 0,100 \\ 0,132 \\ 0,128 \\ 0,185 \\ 0,110 \end{vmatrix}$$

TABELA 6 – PESOS DAS ALTERNATIVAS DA HIERARQUIA, CLASSIFICADOS EM ORDEM DECRESCENTE.

Alternativa	Peso
Laboratório de Universidade e Institutos de Pesquisa	19,5%
FabLab	18,5%
Laboratório próprio	15,1%
Laboratório Remoto	13,2%
Laboratório Virtual	12,8%
Laboratório multiusuário	11,0%
Laboratórios prestadores de Serviço	10,0%

Os resultados da classificação dos modelos de laboratório de pesquisa e desenvolvimento são apresentados na Tabela 6 em ordem decrescente. A próxima etapa proposta na metodologia é o cálculo para análise da sensibilidade do resultado obtido.

6.5 ANÁLISE DA SENSIBILIDADE

A última etapa do processo proposto na metodologia da pesquisa para o AHP, seção 4, é a análise da sensibilidade do resultado. No caso do AHP, estes valores representam qual dos critérios é mais sensível a variações que podem levar a alteração do resultado, ou seja, inversão da ordem de quaisquer dos elementos devido a variação em seus pesos.

O método utilizado neste trabalho é o proposto por Triantaphyllou e Sánchez (1997) e descrito em detalhes na seção 4.5.6. Neste método, a partir da matriz de critérios (W_2), da matriz de alternativas (M_3) e a matriz de resultados (W_3), calcula-se a sensibilidade dos critérios. Portanto, dadas as matrizes na equação 35, e aplicando o método descrito na seção 4.5.6, encontra-se os resultados apresentados na Tabela 7.

$$\begin{aligned}
 W_2 &= \begin{bmatrix} 0,0918 \\ 0,0883 \\ 0,0909 \\ 0,0657 \\ 0,0547 \\ 0,0533 \\ 0,0599 \\ 0,1413 \\ 0,1193 \\ 0,1103 \\ 0,1245 \end{bmatrix} \\
 M_3 &= \begin{bmatrix} 0,102 & 0,218 & 0,220 & 0,026 & 0,347 & 0,073 & 0,096 & 0,027 & 0,395 & 0,026 & 0,143 \\ 0,407 & 0,277 & 0,341 & 0,177 & 0,056 & 0,076 & 0,203 & 0,270 & 0,036 & 0,102 & 0,143 \\ 0,092 & 0,088 & 0,143 & 0,112 & 0,097 & 0,073 & 0,048 & 0,073 & 0,134 & 0,062 & 0,143 \\ 0,104 & 0,116 & 0,095 & 0,148 & 0,072 & 0,542 & 0,121 & 0,129 & 0,076 & 0,075 & 0,143 \\ 0,034 & 0,037 & 0,029 & 0,025 & 0,353 & 0,099 & 0,410 & 0,051 & 0,191 & 0,182 & 0,143 \\ 0,120 & 0,163 & 0,098 & 0,241 & 0,038 & 0,069 & 0,064 & 0,378 & 0,026 & 0,466 & 0,143 \\ 0,142 & 0,100 & 0,074 & 0,273 & 0,036 & 0,069 & 0,058 & 0,072 & 0,142 & 0,086 & 0,143 \end{bmatrix} \\
 W_3 &= \begin{bmatrix} 0,151 \\ 0,195 \\ 0,100 \\ 0,132 \\ 0,128 \\ 0,185 \\ 0,110 \end{bmatrix}
 \end{aligned} \tag{35}$$

TABELA 7 – RESULTADO DO CÁLCULO DA SENSIBILIDADE DOS CRITÉRIOS, APRESENTADOS EM ORDEM DECRESCENTE.

Critério	Sensibilidade
Acesso remoto	0,0581
Acesso virtual	0,0424
Custo de utilização da infraestrutura	0,0403
Uso exclusivo	0,0378
Sigilo dos resultados	0,0337
Compartilhamento dos resultados	0,0270
Cooperação com universidades e institutos de pesquisa	0,0265
Competência do próprio laboratório	0,0222
Acesso compartilhado	0,0199
Operação em rede	0,0173
Qualidade ou benefício percebido	0,000

FONTE: O AUTOR (2012).

Observando os resultados na Tabela 7 o critério mais sensível que pode apresentar a mudanças no resultado é o acesso remoto. Por outro lado, o que é menos susceptível a alterações é o critério de qualidade ou benefício percebido. Estes valores não significam um limite, que acima deste há alteração no resultado, ele apenas indica uma relação de proporção entre os critérios que permite a classificação quanto a sua sensibilidade.

6.6 APLICAÇÃO DO MÉTODO ANP A ESTRUTURA HIERÁRQUICA

A aplicação do método ANP em uma estrutura hierárquica inicia-se pela construção da supermatriz a partir dos vetores dos pesos obtidos no método AHP. Para a hierarquia utilizada neste trabalho de pesquisa, a supermatriz é construída segundo a Equação 36.

[illegible]

(37)

No caso da supermatriz representando uma hierarquia, a soma de cada uma das colunas já é igual a unidade. Assim, ao elevar esta supermatriz normalizada a um número arbitrário inteiro, será obtido o resultado. Para a matriz em questão, ao elevá-la à terceira potência, o resultado já converge para o resultado final, apresentado na Equação 37. A leitura a ser realizada da matriz, indica o peso das alternativas, as últimas sete linhas da matriz, com relação ao objetivo, a primeira coluna. Ao comparar com o resultado obtido na AHP, observa-se que os valores numéricos são os mesmos.

No próximo capítulo, os resultados obtidos serão discutidos e analisados apresentando as indicações de trabalhos futuros e consequências deste trabalho de pesquisa.

7 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo são discutidos os resultados obtidos na pesquisa e apresentados no capítulo anterior. São abordados os principais aspectos relacionados ao objetivo da pesquisa, a metodologia aplicada, os resultados alcançados, bem como a indicação de trabalhos futuros.

7.1 DO OBJETO DE PESQUISA

Conforme já apresentado, o objetivo deste trabalho de pesquisa era o de classificar os modelos de infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento com base nas principais características e práticas de estímulo à inovação, para instalação em incubadoras de empresas de base tecnológica no estado do Paraná, como descrito na seção 1.2.1.

Para atingi-lo, utilizou-se o método de análise hierárquica (AHP) desenvolvida por Saaty (1991). Este é um método multicritério de auxílio à tomada de decisão que utiliza uma representação hierárquica do problema, organizando-o em critérios e alternativas. O problema que se deseja resolver compõe o topo da hierarquia, seguido de um ou mais níveis de critérios e subcritérios. No último nível estão presentes as alternativas. Neste trabalho de pesquisa, o problema considerado para aplicação do método é encontrar quais dos modelos de infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento podem ser consideradas para implantação em uma incubadora de base tecnológica. Um detalhamento maior sobre a metodologia é feito na seção 4.5.2.

Para entender um pouco mais sobre a relação da incubadora de empresas com os outros atores do sistema de inovação disponível no estado do Paraná, foi realizada uma pesquisa documental sobre seus principais integrantes e como se dá a relação entre eles. Também com esta pesquisa foi possível identificar as incubadoras que atendiam aos critérios do ambiente da pesquisa, que foram as incubadoras de base tecnológica localizadas no estado do Paraná. A breve apresentação destes atores encontra-se no capítulo 3.

Como alternativas, foram identificados sete modelos de infraestrutura de P&D. Estes modelos são os laboratórios próprios das empresas, laboratórios de universidades e institutos de pesquisa, laboratórios prestadores de serviço, laboratório remoto, laboratório virtual, o conceito de laboratório FabLab do MIT e laboratórios multiusuário.

Importante notar que durante a pesquisa não foi identificada uma delimitação formal entre os modelos, porém a partir da revisão bibliográfica esta forneceu informações suficientes que permitiram a divisão nos diversos modelos de infraestrutura aqui utilizados. A apresentação destes modelos encontra-se na seção 2.4.

Estes modelos de infraestrutura foram estudados com base em documentos e publicações científicas disponíveis. Desta pesquisa, foram identificadas onze características e práticas, as quais foram organizadas na hierarquia apresentada na Figura 9, passando a compor os critérios de classificação dos modelos. Estes onze critérios são a cooperação com universidades e institutos de pesquisa, cooperação em rede de laboratórios, a competência do próprio pessoal do laboratório, o acesso compartilhado da infraestrutura, bem como o acesso exclusivo. Também foram considerados o acesso remoto, a virtualização das atividades do laboratório, o compartilhamento ou sigilo dos resultados obtidos e ainda o custo e o benefício percebido pelos seus utilizadores.

7.2 DA METODOLOGIA APLICADA

Como o objetivo do método é fornecer informações para auxílio à tomada de decisão, nesta pesquisa, sobre a instalação de uma infraestrutura em uma incubadora de empresas de base tecnológica, optou-se por incluir na pesquisa os principais interessados e possíveis utilizadores deste laboratório, os empreendedores incubados nas incubadoras de empresa de base tecnológica localizados no estado do Paraná. Desta maneira, para construção das matrizes de comparação paritária necessárias para aplicação do método AHP, foi necessário incluir a opinião destes empreendedores na pesquisa.

7.2.1 Do questionário

Dentre os diversos métodos para coleta de dados da opinião dos empreendedores, dentre eles entrevistas e o método DELPHI, optou-se por utilizar um questionário eletrônico e disponibilizá-lo na internet.

O teste do formato inicial do questionário foi definido e utilizado em outra pesquisa a um grupo de especialistas de uma das incubadoras a serem pesquisadas (seção 5.4). O objetivo deste teste era encontrar os pesos dos critérios para avaliação de novos negócios para incubação. Neste primeiro formato, o questionário seguiu as orientações iniciais de Saaty (1991) quanto à aplicação do método utilizando questionários. Percebeu-se neste momento que o público alvo da pesquisa poderia apresentar dificuldades em entender as escalas de pesos relativos, o que levou a criação de um novo formato do questionário onde as questões referentes a cada uma das partes da hierarquia são agrupadas induzindo o respondente a preencher considerando o mesmo raciocínio de pesos relativos, sem a necessidade de entender o método. Desta maneira, cada parte da hierarquia compôs uma única pergunta com onde é questionado qual é a importância absoluta para cada uma das alternativas. Utilizou-se uma escala de cinco alternativas com escalas de 1 a 9, apresentadas no Quadro 7. Com esta escala, foi possível a construção das matrizes de comparação paritárias, necessárias para aplicação da metodologia AHP, calculando-se a razão entre os pesos das respostas, obtendo valores que varia de 1/9 a 9.

Obtiveram-se duas vantagens ao se utilizar este novo formato para o questionário. A primeira, permitiu que os respondentes preenchessem o questionário sem a necessidade de possuírem um conhecimento prévio da escala de pesos relativa de Saaty (1991). A segunda se deve ao fato dos valores da tabela de comparações paritárias terem sido calculados a partir da mesma fonte de dados. Isto eliminou a inconsistência dos resultados, levando a razões de consistência nulos para as matrizes onde foi utilizado este tipo de entrada de dados.

Uma vez o formato e as perguntas do questionário definidas, desenvolveu-se em linguagem de programação Python e Javascript um questionário eletrônico que ficou disponível no endereço <http://cmi.tecpar.br/q>. A utilização destas linhagens de programação permitiu a inclusão de algumas características no questionário, como

por exemplo, alertas ao respondente quando algumas perguntas estão incompletas, a possibilidade de gravar os resultados para preenchimento posterior e uma disposição das informações mais amigável aos respondentes. Como consequência, apenas dois dos 17 questionários utilizados na amostra foram preenchidos parcialmente. O questionário eletrônico foi programado para gravar os dados em um banco de dados local, o que permitiu posteriormente sua utilização em outras rotinas de programadas para cálculos e análises, eliminando, assim, qualquer erro devido a cópia ou transcrição dos dados. A demonstração das telas do questionário eletrônico é apresentada na Figura 10 e no Apêndice B.

Com o questionário eletrônico funcionando e disponível aos empreendedores, durante o mês de outubro de 2013, entrou-se em contato com as incubadoras selecionadas para pesquisa. Por correio eletrônico ou por telefone, lhes foi solicitada colaboração em comunicar às suas empresas incubadas sobre o objetivo da pesquisa e o endereço do questionário, bem como informando a data limite de 30 de outubro do mesmo ano para coleta das respostas.

Da população estimada de 155 empresas incubadas que atendiam aos critérios da pesquisa (Quadro 2), 19 questionários foram respondidos. Destes, apenas dois foram eliminados por não atender ao escopo definido, resultando em uma amostra de 17 questionários. A amostra mínima definida inicialmente com 95% de intervalo de confiança foi de 13 questionários. Assim, com um número superior a amostra mínima, continuou-se a aplicação do método AHP como previsto.

7.2.2 Da aplicação da AHP

Utilizando rotinas programadas em Python, as respostas dos questionários considerados válidos foram obtidas do banco de dados e substituídas pelo valor correspondente e apresentados no Quadro 7. Com os valores numéricos agrupados para cada uma das respostas, calculou-se a média geométrica, como determinado por Saaty (1991) ao se utilizar questionário para obter as matrizes de comparação paritária. Nesta etapa, mesmo aqueles questionários considerados incompletos tiveram suas respostas consideradas no cálculo da média geométrica. Isto foi possível porque foi calculada média geométrica dos valores antes do cálculo das razões para construção das comparações paritárias. Caso a opção fosse o contrário,

estes questionários teriam de ser descartados, diminuindo a quantidade de respostas para algumas alternativas.

Observando a distribuição das respostas dos questionários, constata-se que a maioria das respostas foi preenchida com o valor equivalente a “Grande” importância para cada questão. Isto demonstra que as características e práticas levantadas na pesquisa foram significativas para a maioria dos respondentes, validando a escolha destes critérios na construção da hierarquia.

Ao calcular a média geométrica para cada uma das respostas, a estimativa dos valores absolutos das respostas que poderiam variar de 1 a 9, de fato variaram de 4,87 a 7,61. Isto se deve a utilização da média geométrica como estimativa dos valores e a distribuição das respostas demonstradas da Figura 11 a Figura 25.

A partir dos valores obtidos das médias geométricas das respostas, passou-se a construção das matrizes de comparação paritária e os respectivos cálculos de autovalor e do autovetor. Como as rotinas foram desenvolvidas pelo próprio pesquisador, foi necessário validá-las. Esta validação ocorreu utilizando-se exemplos de cálculo publicados em artigos e livros. Aplicaram-se os mesmos dados de entrada obtendo resultados iguais, ou significativamente próximos, aos resultados publicados.

Após a multiplicação entre os pesos dos níveis de critérios da hierarquia, chegou-se ao resultado dos pesos dos critérios, apresentado na Tabela 5. Da análise destes resultados intermediários, algumas considerações são apresentadas.

Observa-se que entre os critérios mais importantes, na opinião dos empreendedores que responderam aos questionários, estão dois aspectos opostos, o compartilhamento dos resultados em primeiro lugar com 14,13% e o sigilo dos resultados em terceiro lugar com 11,93%. Da mesma maneira, também a qualidade (12,45%) e custos (11,03%), com características opostas, ocupam a segunda e quarta posições na importância para os empreendedores.

Um dos motivos é a importância dada a estes ramos no primeiro nível da hierarquia. Ou seja, ao considerar a instalação de uma infraestrutura de P&D destinada a atender empreendedores em incubadoras de empresas de base tecnológica, muita atenção deve ser dada às políticas de divulgação ou sigilo dos resultados e a relação custo/benefício oferecida. Quanto à competência, constata-se

que o principal aspecto a ser considerado é o envolvimento dos pesquisadores de universidades e institutos de tecnologia no processo de P&D. Isto leva a uma segunda consideração relacionada à competência do pessoal próprio do laboratório, favorecendo o modelo de laboratório de universidades e institutos de pesquisa que possuem esta característica acentuada. Já quanto ao tipo de acesso disponível no laboratório, os empreendedores percebem que o uso compartilhado da infraestrutura não somente contribui para a diminuição do custo de sua utilização, mas também contribui para um ambiente favorável a criação e compartilhamento de ideias. Por outro lado, a utilização de ferramentas de virtualização é mais importante que o acesso remoto a infraestrutura, na opinião dos empreendedores pesquisados.

Com os pesos dos critérios calculados, a próxima etapa é a construção das matrizes de comparação paritária das alternativas para cada um dos critérios considerados na hierarquia. Para isso, foi utilizado o conhecimento adquirido do pesquisador durante a pesquisa dos modelos para preencher as matrizes. De outra maneira, a inclusão destas questões no questionário inviabilizaria a pesquisa. Como o pesquisador já estava familiarizado com a escala de comparação relativa de Saaty (1991) optou-se por preencher diretamente as matrizes. Como algumas características e práticas, tais como o sigilo das informações e o compartilhamento dos resultados, são opostos, estas matrizes foram preenchidas e consideradas transpostas uma das outras. Também devido ao fato destas matrizes serem diretamente preenchidas sem o auxílio de questionários ou cálculos de razão, algumas delas tiveram razão de consistência (RC) superior a 0,1, e, portanto foram consideradas inconsistentes. Saaty (1991) oferece uma alternativa aplicando um algoritmo que diminui esta inconsistência. Para estas matrizes o algoritmo foi aplicado resultando em matrizes cujas razões de consistência resultaram em valores iguais ou inferiores a 0,1. Após os cálculos dos respectivos autovetores que representam os pesos das alternativas quanto aos critérios, calculou-se o resultado final do método AHP, apresentado na Tabela 6.

7.3 DOS RESULTADOS ALCANÇADOS

Tomando como base as opiniões dos empreendedores que participaram da pesquisa e as características de cada um dos modelos tomados como alternativas, o

modelo que é mais adequado para operação em uma incubadora de empresas de base tecnológica é o laboratório de universidades e institutos de tecnologia. Esta classificação justifica-se devido aos fatores já apresentados anteriormente na classificação dos critérios, onde a cooperação com universidades e a competência do pessoal próprio possuem grande peso nesta classificação. Outro fator é o custo de utilização da infraestrutura, onde o financiamento público das instalações de laboratórios e institutos de pesquisa é bem significativo.

Uma segunda opção é o modelo de laboratório criado pelo MIT, o FabLab. Este modelo já foi aplicado em diversos países e foi objeto em estudos de casos encontrados nas referências apresentadas neste trabalho. O ponto forte deste modelo é o custo de sua infraestrutura, o qual tende a ser mais barato do que infraestruturas de P&D de ponta, e a competência acessada através de sua rede de laboratórios.

Já os modelos que menos atraem os empreendedores de incubadoras de empresa de base tecnológica são aqueles exclusivamente prestadores de serviço. O principal peso que contribui para este baixo índice foi o compartilhamento dos resultados, que no laboratório de serviços é pouco significativo, deixando de agregar conhecimento no processo de pesquisa e desenvolvimento. Apesar de ser importante para os trabalhos de pesquisa em universidades, o modelo de laboratório multiusuário possui pouca relevância aos empreendedores de empresas incubadas.

Apesar o número mínimo da amostra de treze questionários respondidos ter sido atingido, o tamanho da população e a amostra não permitiu utilizar os dados socioeconômicos para estratificar as respostas, obtendo resultados parciais por região do estado, por exemplo.

Então, respondendo a questão de pesquisa, o modelo de laboratório mais adequado a operar em uma incubadora de empresas de base tecnológica no estado do Paraná é o de laboratório de universidades e institutos de tecnologia. Entretanto, o modelo de laboratório FabLab apresenta-se como uma segunda alternativa que pode vir a ser considerada pelas incubadoras.

7.4 DA ANÁLISE DA SENSIBILIDADE DO RESULTADO

Também foi possível calcular coeficientes de sensibilidade para os critérios utilizados. O critério mais sensível à mudança, ou seja, aquele que pode alterar a ordem do resultado da classificação das alternativas dos modelos de laboratório é o acesso remoto. Assim, havendo alteração na opinião dos empreendedores neste critério poderão existir alterações na ordem das preferências dos modelos, uma vez que as características dos modelos não devem ser alteradas. Por outro lado, o critério que tem menos possibilidade de alterar a ordem dos resultados é o de qualidade ou benefício percebido. Isto se deve a matriz das alternativas para este critério ter sido construída levando em consideração que todos os modelos podem oferecer a mesma qualidade, resultando em um peso igual para os mesmos. Assim, ao aumentar o peso da qualidade, todos os modelos terão seu peso aumentado na mesma proporção. Entretanto, como no vetor dos pesos a soma de itens deve ser igual à unidade, ao aumentar o peso do critério qualidade, algum outro critério ou critérios terão seus valores alterados, alterando assim o resultado numérico.

7.5 DA APLICAÇÃO DO MÉTODO ANP

Como o método de análise hierárquica (AHP) é um caso específico de um método mais geral que é o método de análise em rede (ANP), neste trabalho de pesquisa também se utilizou o ANP a fim de comparar estes resultados. Como era de se esperar, o resultado encontrado na aplicação dos dois métodos foi o mesmo. Isto somente foi possível porque a base teórica de ambos é a mesma, e a estrutura para construção dos vetores de prioridade, que é o cálculo do autovetor e do autovalor, permite utilizar os mesmos dados de entrada para o AHP no ANP. Por ser uma generalização, o ANP permite uma análise mais abrangente dos resultados. A primeira coluna apresenta a importância de cada uma das alternativas, as sete últimas linhas da supermatriz, com relação ao objetivo. As colunas 2 a 5 representam o peso da importância das alternativas para com os critérios do primeiro nível da hierarquia. Isto é como fosse aplicado o método AHP para apenas um ramo do primeiro nível da hierarquia, como a competência, por exemplo. Já as colunas 6 a 16 permaneceram inalteradas, pois elas já representavam a importância

de cada uma das alternativas para com os critérios do segundo nível da hierarquia. Além disto, o método ANP permite explorar relações que não são possíveis de serem mapeadas em uma hierarquia. Este trabalho de exploração não fez parte do escopo deste trabalho de pesquisa.

7.6 DOS TRABALHOS FUTUROS

Acredita-se que ao longo desta pesquisa, a algumas contribuições ao tema tenham sido realizadas. Dentre elas, incorporação de um modelo de questionário que foi utilizado com AHP. Este modelo atendeu às expectativas, mas para confirmar sua aplicação em outras situação ele deve ser aplicado em novos casos e em condições de avaliação de sua eficácia.

Este levantamento abrangeu apenas empresas incubadas no estado do Paraná, com mais recursos, este pode ser estendido abrangendo um maior número de empresas incubadas, incorporando ao estudo, incubadoras de empresas localizadas em outros estados da União. Este mesmo método também pode ser aplicado como um estudo de caso em uma incubadora de empresas específica. Desta maneira, critérios como custo, por exemplo, podem ser mais objetivos, levando em consideração valores monetários para os modelos de infraestrutura considerados. Aos gestores de incubadoras fica a decisão sobre a aplicação do método ou a utilização dos resultados desta pesquisa.

Quanto à aplicação da ANP, esta pesquisa pode ser estendida de modo a identificar e incorporar nos cálculos possíveis relações que não puderam ser representadas na estrutura de uma hierarquia. Este trabalho requer uma nova reflexão sobre as relações entre os nós da estrutura, mesmo que isto implique em um modelo mais complexo. Neste caso, há a necessidade de mais estudos sobre a aplicação do modelo de questionário no método ANP.

7.7 AGRADECIMENTOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim, o objetivo deste trabalho de pesquisa foi alcançado, pois foi possível classificar os modelos de infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento, objetos

deste estudo, utilizando o método AHP. Este método mostrou-se eficaz no auxílio à tomada de decisão em problemas que pode ser representados em uma estrutura hierárquica, com algumas vantagens. Em outra situação, pode ser necessária a inclusão de mais outro modelo de infraestrutura de P&D. Neste caso, não será preciso refazer toda a análise, apenas reavaliar as matrizes de comparações paritárias do terceiro nível incluindo o novo modelo. Caso a inclusão seja de outro critério, também não será necessário refazer todo o cálculo, apenas aqueles ramos da hierarquia que forem influenciados por ele.

Desta maneira, o método AHP não somente permite a análise do problema, mas também permite sua manutenção com pouco esforço. Esta característica é importante quando as variações dos parâmetros dos problemas ocorrem em ciclos curtos.

Agradecimentos a todos aqueles que de alguma maneira colaboraram com esta pesquisa, preenchendo o questionário, fornecendo informações. Também se registra o agradecimento às instituições pesquisadas por colaborarem na distribuição dos questionários. Um agradecimento especial a Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção pela oportunidade e estimável orientação para desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ÁLVARES, A. J., FERREIRA, J. C. E. **Webmachining: uma metodologia para integração cad/capp/cam voltada para manufatura remota de peças rotacionais via web**. Revista Iberoamericana de Ingeniería Mecánica. Vol. 9, N.º 1, 2005, p. 79.

AMARATUNGA K., SUDARSHAN R. **A virtual laboratory for real-time monitoring of civil engineering infrastructure**. *International Conference on Engineering Education*. Manchester, 2002.

ANPEI, Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras. **Engenhar – O Jornal da inovação**. Ano XVIII, nº2, 2012.

ANPEI, Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras. **Guia de Boas Práticas para Interação ICT Empresa**. São Paulo, 2012.

ANPROTEC, Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores; SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas . **Glossário dinâmico de termos na área de Tecnópolis, Parques Tecnológicos e Incubadoras de Empresas**. Brasília, 2002.

BORSATO, M. **O núcleo de pesquisa em engenharia simultânea: um modelo de parceria entre indústria e universidade**. Revista Educação & Tecnologia. Curitiba, 2011.

BRANCO, G.; SANTOS, C. S. S.; BOCCHINO, L. de O.; TIBOLA, S. A.; RASOTO, V. I. **Propriedade Intelectual**. Aymarã Educação - UTFPR. Curitiba, 2011.

BRASIL, **Lei de Inovação: LEI No 10.973**, de 2 de dezembro de 2004.

CAMPO, A.B. **Estudo sobre a utilização de laboratórios remotos em cursos de Engenharia**. Integração, ano XIV, nº 52. 2008.

CARLOTTO, M. C. **Ciência como instituição e como prática: A mudança do regime disciplinar/estatal de produção e difusão do conhecimento científico no Brasil vista a partir do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron**. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – USP. São Paulo, 2008. p. 59-60.

CARLSSON, B. **Internationalization of innovation systems: A survey of the literature**. Research Policy 35, pág. 56 – 67. 2006.

CARVALHO, H. G. de; REIS, D. R. dos; CAVALCANTE, M. B. **Gestão da Inovação**. Aymarã Educação - UTFPR. Curitiba, 2011.

CGEE/IBQP, CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Mapeamento de Sistemas Regionais de CT&I - Relatório Final**. IBQP. Curitiba, 2003.

CHOI, S.H.;CHEUNG, H.H. **A versatile virtual prototyping system for rapid product development**. Computers in Industry, 2007.

CI. **Centro Incubador – FUNDETEC**. Disponível em: <http://www.fundetec.org.br/centro-incubador/como-incubar-uma-empresa>. Acesso em: 02/07/2012.

CNPQ. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Floresta**. Disponível em: <http://www.cnpq.embrapa.br>. Acesso em: 08/07/2012.

CNPq. **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**. Disponível em: <http://di.cnpq.br/di/>. Acesso em: 25/07/2012.

CNPSo. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Soja**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br>. Acesso em: 08/07/2012.

DA COSTA, L.F.S.; FRANÇA, M.C.L.; TEIXEIRA, R.M. **Apoio Gerencial na Incubação de Empresas de Base Tecnológica: O Caso da Incubadora CISE**. Pensamento Contemporâneo em Administração, v. 4 n. 1. Rio de Janeiro, 2010, p. 1-15.

DA SILVA, T. A. A.; DE VARGAS, E. R.; BERMÚDEZ, L. A.; DE MORAES, E. F. C.; PINTO, M. C. R. **A incubadora de empresas como mecanismo de apoio ao surgimento de empresas inovadoras: o caso da incubadora tecnológica do CDT**. Locus Científico, Vol 03, n.01, pp 4-12. 2009.

DO NASCIMENTO, D. E.; **Ambientes e dinâmicas de cooperação para inovação**. Aymará Educação - UTFPR. Curitiba, 2011.

DOLOREUX, D.; PARTO, S. **Regional Innovation Systems: A Critical Synthesis**. United Nations University – Discussion Paper Series. Holanda, 2004.

EBRAHIM, N. A.; AHMED, S.; TAHA, Z. **SMEs; Virtual research and development (R&D) teams and new product development: A literature review**. International Journal of the Physical Sciences Vol. 5(7), pp. 916-930, Julho, 2010.

EDUCERE. **Fundação EDUCERE de Pesquisa e Desenvolvimento**. Disponível em: <http://www.educere.org.br>. Acesso em: 02/07/2012.

EMEC. **Instituições de Educação Superior e Cursos Cadastrados**. Disponível em: <http://emec.mec.gov.br/>. Acesso em: 25/07/2012.

European Commission Enterprise and Industry - ECEI. **Making public support for innovation in the EU more effective - Lessons learned from a public consultation for action at Community level**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2009.

FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo. **Instituto de Física da Unicamp inaugura Laboratório de Multiusuários**. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/15555>. Acesso em: 20/06/2012.

FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo. **Laboratório da FCM-Unicamp lança site para agendamento de equipamentos**. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/15638>. Acesso em: 20/06/2012.

FELIX, J. C.; FRANCISCHINELLI, M. F. P. **Desafios do empreendedorismo tecnológico inovador : INTEC 20 + 20**. Curitiba: Insight, 2009

FERREIRA, J.C.E.; ANDRIOLLI, G.F. **Uma Metodologia para a Fabricação de Peças à Distância**. 2001.

FINDEX. **Incubadora de Empreendimentos Inovadores e Tecnológicos**. Disponível em: <http://www.acefb.com.br/findex/>. Acesso em: 02/07/2012.

FINEP. **CT-INFRA PROINFRA – 02/2010, Seleção Pública de Propostas para Apoio a Projetos Institucionais de Implantação de Infraestrutura de Pesquisa**. Rio de Janeiro, 2010.

GANEM, C., SANTOS, E. M., BRANDÃO, V., CRISTINA, A., GONÇALVES, V., et al. **Brasil inovador : o desafio empreendedor : 40 histórias de sucesso de empresas que investem em inovação**. Instituto Euvaldo Lodi - IEL. Brasília, 2006.

GASSMANN, O.; ENKEL, E.; CHESBROUGH, H. **The future of the open innovation**. R&D Management 40, 3. Oxford, 2010.

GERSHENFELD N. et al. **FAB LAB: an alternate model of ICT for development** . 2002.

HEKKERT, M.P.; SUURS, R.A.A.; NEGRO, S.O.; KUHLMANN, S.; SMITS, R.E.H.M. **Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change** . Technological Forecasting & Social Change 74, pág 413 - 432 . 2007.

HO, W. **Integrated analytic hierarchy process and its applications - A literature review**. Operations and Information Management Group, Aston Business School, Aston University, Birmingham B4 7ET, United Kingdom, 2007.

HOFFMANN, M. G.; MAIS, I.; AMAL, M. . **Planejamento e gestão de parques científicos e tecnológicos - Uma análise comparativa** . Economia Global e Gestão 15(3): pág. 89-107, TAB. 2010.

HORÁCIO, F. **O Desafio de Implantar Parques Tecnológicos – Parte 1**. Instituto Inovação, 2008.

HORÁCIO, F. **O Desafio de Implantar Parques Tecnológicos – Parte 2**. Instituto Inovação, 2008.

HORÁCIO, F. **O Desafio de Implantar Parques Tecnológicos – Parte 3**. Instituto Inovação, 2008.

IAPAR. **Instituto Agrônomo do Paraná**. Disponível em: <http://www.iapar.br>. Acesso em: 08/07/2012.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Inovação nas Empresas Estatais Federais 2008**. Rio de Janeiro, 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2000**. Rio de Janeiro, 2002.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2003**. Rio de Janeiro, 2005.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2005**. Rio de Janeiro, 2007.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2008**. Rio de Janeiro, 2010.

INPI, Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Guia Básico – Patentes**. Disponível em: http://www.inpi.gov.br/portal/artigo/guia_basico_patentes. Acesso em: 15/10/2012.

INTEC. **Incubadora Tecnológica de Curitiba**. Disponível em: <http://intec.tecpar.br>. Acesso em: 02/07/2012.

INTEC-MARINGÁ. **Incubadora Tecnológica de Maringá**. Disponível em: <http://www.incubadoramaringa.org.br>. Acesso em: 02/07/2012.

INTUEL. **Incubadora Internacional de Empresas de Base Tecnológica**. Disponível em: http://www.aintec.utl.br/index.php?option=com_content&task=view&id=4&Itemid=22. Acesso em: 02/07/2012.

IUT-CORNÉLIO. **Incubadora da Universidade Tecnológica – Cornélio Procópio**. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/cornelioprocopio/>. Acesso em: 02/07/2012.

IUT-CURITIBA. **Incubadora da Universidade Tecnológica – Curitiba**. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/curitiba/>. Acesso em: 02/07/2012.

IUT-PATO BRANCO. **Incubadora da Universidade Tecnológica – Pato Branco**. Disponível em: <http://www.pg.utfpr.edu.br/proem/sobre.html>. Acesso em: 02/07/2012.

IUT-PONTA GROSSA. **Incubadora da Universidade Tecnológica – Ponta Grossa**. Disponível em: <http://www.pg.utfpr.edu.br/incubadora/>. Acesso em: 02/07/2012.

JUNG, C.F.; RIBEIRO, J.L.D.; CATEN, C.S. **Análise de um Modelo para Pesquisa e Desenvolvimento de Inovações Tecnológicas Voltado Ao Desenvolvimento Regional**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia De Produção, 2008.

KHALID, F.A.; GILBERT, D.; HUQ, A. **Investigating the Underlying Components in Business Incubation Process in Malaysian ICT Incubators**. Asian Journal of Social Sciences & Humanities, vol. 1, nº 1. 2012.

LABIAK JR, S.; DE MATOS, E. A.; DE LIMA, I. A. **Fontes de fomento à Inovação**. Aymará Educação - UTFPR. Curitiba, 2011.

LACTEC. **Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento**. Disponível em: <http://www.lactec.org.br>. Acesso em: 08/07/2012.

LEITE, M.A.S. **Fatores que Influenciam a Probabilidade de Ocorrência de Inovação Tecnológica em Micro e Pequenas Empresas Brasileiras: Uma Análise Quantitativa dos Dados da PINTEC 2008**. Dissertação de Mestrado. Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. 2011.

LIBERATORE, M.J.; NYDICK, R.L. **The analytic hierarchy process in medical and health care decision making: A literature review**. European Journal of Operational Research, 189, p. 194-207, 2008.

LIMA, M. V. A.; RASOTO, V. I.; LIMA, I. A.; CARVALHO, H. A.; CHERUBINI, E. **Dificuldades das Empresas Nascentes No Processo De Inserção No Mercado**. VII Encontro Paranaense de Empreendedorismo e Gestão Empresarial - EPEGE, 2010

LUNDVALL, B.; JOHNSON, B.; ANDERSEN, E. S., DALUM, B. **National systems of production, innovation and competence building**. Research Policy 31, pág. 213 – 231 . 2002.

MARTINS, G. DE A. **Estatística Geral e Aplicada**. Ed. Atlas. São Paulo, 2011.

MARX, A.M.; DE PAULA, I.C. **Proposta de uma sistemática de gestão de requisitos para o processo de desenvolvimento de produtos sustentáveis**. Produção, v. 21, n. 3, p. 417-431, 2011.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing: edição compacta**. 4ª edição, 2ª reimpressão, São Paulo: Atlas, 2008.

MCTI, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Apresentação Sibratec**. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/313014.html>. Acesso em: 27/07/2011.

MCTI, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Brasil: Comparação dos dispêndios em P&D (em valores de 2009) com o produto interno bruto (PIB), 2000-2009**. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/9138.html>. Acesso em: 05/09/2011.

MELLONI, E. **Parceria para desenvolver as redes inteligentes**. Revista Valor Econômico. Junho e Julho, 2012.

MICHAELIS. **Moderno dicionário da língua portuguesa**. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br>. Acesso em: 01/10/2011.

MIKHAK B., LYON C., GORTON T., GERSHENFELD N., MCENNIS C., TAYLOR J., **Fab Lab: An Alternate Model of ICT for Development**, 2002.

NAS, National Academy Of Sciences. **Laboratory Design, Construction, and Renovation: Participants, Process, and Product**. Washington: 2000.

OCDE, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Innovation to strengthen growth and address global and social challenges – key findings**. Paris: OCDE Publications, 2010.

OCDE, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Manual Frascati**. Paris: OCDE Publications, 2002.

OCDE, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **National Innovation Systems**. OCDE Publications. Paris, 1997.

OCDE, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **OCDE Factbook**. Disponível em: <http://puck.sourceoecd.org/vl=38325979/cl=11/nw=1/rpsv/factbook/070101.htm>. Acesso em: 26/07/2011.

PARANÁ. **Lei Estadual de Inovação, Lei nº 17314**, de 24 de setembro de 2013. Disponível em: <http://www.legislacao.pr.gov.br>. Acesso em: 07/01/2013.

PEREIRA, M.F.; ASSAKAWA, M.; UCHIDA, K.K.; OSHITA, M.G. **Incubadoras de empresas de base tecnológica como indutora das atividades econômicas regionais**. A Economia em Revista, vo. 18, nº 2, 2010, p. 185 – 196.

PISANO, G. P. **The evolution of science-based business: innovating how we innovate**. Industrial and Corporate Change, Volume 19, Number 2, pp. 465–482. Oxford University Press, 2010.

PORTER, M.E. **Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance**. Free Press, London, New Yourk. 1985.

POSE, A. R.; CRESCENZI, R. **R&D, spillovers, innovation systems and the genesis of regional growth in Europe**. Bruges European Economic Research Papers, 2006.

POSITIVO. **Incubadora de Projetos e Empresas da Universidade Positivo**. Disponível em: http://aplicacoes.up.edu.br/empreendedor2/index.asp?secao_tipo=4&id_menu=3408. Acesso em: 02/07/2012.

PTI. **Parque Tecnológico de Itaipu**. Disponível em: <http://www.pti.org.br>. Acesso em: 02/07/2012.

PUCPR. **Pontifícia Universidade Católica do Paraná**. Disponível em: <http://www.pucpr.br>. Acesso em: 08/07/2012.

RAPANELLO, R.M. **Laboratório Remoto de Qualidade da Energia Elétrica**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP. 2008.

REMOTELABORATORY.COM. **About remote laboratories**. Disponível em: <http://remotelaboratory.com/about-remote-labs.html>. Acesso em: 27/07/2011.

RFB, Receita Federal do Brasil. **Instrução Normativa nº 1.187** de 29 de agosto de 2011. Disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br>. Acesso em: 10/04/2012.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. Tradução de Wainer da Silveira e Silva. McGraw-Hill, Makron, 1991.

SAATY, T. L. **The Analytic Network Process**. Disponível em: <http://www.sid.ir>. Acesso em: 04/01/2013.

SAATY, T. **Decision making with the analytic hierarchy process**. International Journal Services Sciences, Vol. 1, No. 1, 2008.

SAATY, T. **Decision Making With the Analytic Network Process**. International Series in Operations Research & Management Science, Volume 95, p. 1-26, 2006.

SAATY, T. **The analytic Hierarchy and analytic network process for the measurement of intangible criteria and for decision-making**. Multiple Criteria Decision Analysis: State Of The Art Surveys, cap. 9. Org. José Figueira, Salvatore Greco, Matthias Ehrgott Springer, 2005.

SAATY, T.; SHIH, H. **Structures in decision making: On the subjective geometry of hierarchies and networks**. European Journal of Operational Research 199, p. 867–872, 2009.

SAATY, T.L. **Fundamentals of the Analytic Network Process**. International Symposium on the Analytic Hierarchy Process (ISAHP). Japan, 1999.

SALERMO, M. S.; KUBOTA, L. C. **Estado e Inovação. Políticas de Incentivo a Inovação Tecnológica no Brasil**. Capítulo 1. IPEA, 2008.

SANTOS, A. R. dos. **Metodologia científica: a construção do conhecimento**. Lamparina, 7ª edição. Rio de Janeiro, 2007.

SEGATTO, A. P.; MENES, N. **Cooperação Tecnológica Universidade-Empresa para Eficiência Energética: um Estudo de Caso**. Revista Administração Contemporânea, 2006.

SENAI-PR. **Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – Paraná**. Disponível em: <http://www.pr.senai.br>. Acesso em: 08/07/2012.

SHIMA, W. T. et al. **Características do padrão de relacionamento universidade-empresa no Estado do Paraná**. In: SOZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E.M., CARIO, S.A.F. (Org.). Em Busca da Inovação: Interação Universidade-Empresa no Brasil. Belo Horizonte: Autêntica, 2011. p. 239 – 274.

SMART, N. **Cryptography: An Introduction**. 2nd Edition. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/87823653/100/Relations>. Acesso em: 31/05/2012. University of Bristol, 2004, p. 402-415.

SOMSUK, N.; WONGLIMPIYARAT, J.; LAOSIRIHONGTHONG, T. **Technology business incubators and industrial development: resource-based view**. Industrial Management & Data Systems, Vol. 112 No. 2, 2012, p. 245-267.

SUBRAMANIAN, N., RAMANATHAN, R.. **A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management**. International Journal of Production Economics, 2012.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. da M.; CARIO, S. A. F. **Em Busca da Inovação: Interação Universidade-Empresa no Brasil**. Editora Autêntica. Belo Horizonte, 2011.

TECPAR. **Instituto de Tecnologia do Paraná**. Disponível em: <http://www.tecpar.br>. Acesso em: 08/07/2012.

TEIXEIRA, F. L. C. e RAPPEL, E. **PADCT: uma alternativa de gestão financeira para C&T**. Revista de Administração, São Paulo v. 26, n. 4, p. 113-118, outubro/dezembro 1991.

TERRA J. C. C. et al. **Inovação: quebrando paradigmas para vencer**. Editora Saraiva. São Paulo, 2007.

THOMSON ROUTERS. **The grown-up brick innovation & brand expansion in Brazil**. 2012

TRIANANTAPHYLLOU, E.; SÁNCHEZ, A. **A Sensitivity Analysis Approach For Some Deterministic Multi-Criteria Decision Making Methods**. Decision Sciences, Vol. 28, No. 1, p. 151-194, 1997.

TROXLER P.; SCHWEIKERT S. **Developing a Business Model for Concurrent Enterprising at the Fab Lab**, 2010.

TROXLER, P.; WOLF, P. **Bending the Rules: The Fab Lab Innovation Ecology**. University of Applied Sciences and Arts Lucerne, 2010.

TSUDA K., NAGAYAMA Y., YAMAMOTO T., HORIUCHI R., ISHIGURO S., TAKAMI S. . **Virtual laboratory for fusion research in Japan** .Fusion Engineering and Design, 2008.

UEL. **Universidade Estadual de Londrina**. Disponível em: <http://www.uel.br>. Acesso em: 08/07/2012.

UEM. **Universidade Estadual de Maringá**. Disponível em: <http://www.uem.br>. Acesso em: 08/07/2012.

UENP. **Universidade Estadual do Norte do Paraná**. Disponível em: <http://www.uenp.edu.br>. Acesso em: 08/07/2012.

UEP. **Universidade Estadual do Paraná**. Disponível em: <http://www.fapipar.br>. Acesso em: 08/07/2012.

UEPG. **Universidade Estadual de Ponta Grossa**. Disponível em: <http://www.uepg.br>. Acesso em: 08/07/2012.

UFPR. **Universidade Federal do Paraná**. Disponível em: <http://www.ufpr.br>. Acesso em: 08/07/2012.

UNICENTRO. **Universidade Estadual do Centro-Oeste**. Disponível em: <http://www.unicentro.br>. Acesso em: 08/07/2012.

UNIOESTE. **Universidade Estadual do Oeste do Paraná**. Disponível em: <http://www.unioeste.br>. Acesso em: 08/07/2012.

UP. **Universidade Positivo**. Disponível em: <http://www.up.edu.br>. Acesso em: 08/07/2012.

UTFPR. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br>. Acesso em: 08/07/2012.

VENKATESWARAN J., MANMOHAN M., SON Y. **Virtual manufacturing - on-line control of shop floor operations**. 2001.

VIDAL, L.A.; MARLE, F.; BOCQUET, J.C. **Using a Delphi process and the Analytic Hierarchy Process (AHP) to evaluate the complexity of projects**. Expert Systems with Applications, 38, p.5388-5405, 2011.

WEB OF KNOWLEDGE, **THOMSON ROUTERS**. Disponível em: <http://www.isiwebbfkno>. Acesso em: 10/04/2012.

WHITAKER, R. **Validation examples of the Analytic Hierarchy Process and Analytic Network Process**. Mathematical and Computer Modelling, v. 46, p. 840–859, 2007.

ZAMMAR, G. **Infraestrutura para Implantação de Empresas de Base Tecnológica - Parque Tecnológico de Ponta Grossa**. Dissertação de Mestrado. Engenharia de Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA	138
APÊNDICE B – TELAS DO QUESTIONÁRIO ELETRÔNICO	144
APÊNDICE C – CÁLCULO DO AUTOVETOR E DO AUTOVALOR PARA O TERCEIRO NÍVEL DA HIERARQUIA	149

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Prezado Empreendedor:

Muitos são os desafios na criação de novos negócios baseados em tecnologia. Isto torna o apoio fornecido por incubadoras de empresa um processo essencial para o desenvolvimento de nosso país. É neste ambiente que a Incubadora Tecnológica de Curitiba (INTEC) junto ao Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR) o veem desenvolvendo ao longo dos seus 22 anos de experiência. Assim, é objetivo desta pesquisa desenvolvida com apoio da Universidade Federal do Paraná (UFPR) perceber a sua opinião sobre qual a importância relativa das características e práticas para a construção de uma infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento a ser instalada em uma incubadora de empresas. Serão necessários não mais que **15 minutos** do seu tempo para contribuir neste processo.

Para esta pesquisa, foram relacionados por um grupo de especialistas os principais aspectos pertinentes à infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento a ser implantada em uma incubadora de empresas de base tecnológica.

Cada bloco de perguntas possui uma explicação sobre seu contexto e os termos utilizados. Cada pergunta refere-se ao grau de importância de determinada característica. É possível comparar as respostas com outras características do mesmo bloco. Em caso de dúvida, é possível marcar duas opções.

Ao final do questionário existem algumas perguntas para considerar suas respostas em um contexto mais abrangente.

Desde já agradecemos sua indispensável colaboração.

Uma **infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento (P&D)** a ser implantada em uma incubadora de base tecnológica possui algumas características que necessitam ser avaliadas. São elas: competência do pessoal, tipo de acesso, como são divulgados os resultados e a relação custo/benefício.

A **competência do pessoal** está relacionada ao pessoal de suporte disponível no laboratório para fornecer apoio e auxiliar na solução de problemas técnicos durante a utilização da infraestrutura. Os **resultados** são aqueles frutos da utilização da infraestrutura. A relação **custo/benefício** é o benefício esperado com relação ao custo de utilização da infraestrutura. O **acesso** refere-se ao modo de uso da infraestrutura pelo empreendedor.

Considerando estas características para uma infraestrutura de P&D, qual é o **grau de importância** que você considera para:

Competência do pessoal

☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

Resultados

☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

Acesso ao laboratório

☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

Custo/benefício

☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

As **competências** do pessoal do laboratório pode ter origem da cooperação com universidades e institutos de pesquisa, cooperação em rede ou pessoal próprio do laboratório.

As competências podem estar disponíveis pela **cooperação com universidades e institutos de pesquisa**, onde, havendo alguma dúvida ou questionamento, esta questão é enviada a uma destas instituições para colaborar na solução do problema. Ela também pode estar disponível através de uma **rede** de laboratórios similares, quando surge um problema, a rede de cooperação pode ser acessada para solucioná-lo. E por fim, esta competência pode estar disponível no **próprio laboratório**, onde os colaboradores possuem vínculo com o próprio laboratório não sendo necessário consultar competência externas.

Considerando a **competência** do pessoal do laboratório, qual é o **grau de importância** para:

Cooperação com Universidades e Instituto de Pesquisa

☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

Cooperação em Rede

☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

Pessoal próprio

☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

Atualmente a tecnologia da comunicação e informação nos fornece muitas possibilidades de acesso a novos serviços. Assim, quanto o **acesso**, a infraestrutura de P&D pode ser compartilhada, uso exclusivo, acesso remoto ou até mesmo virtual.

O uso **compartilhado** do laboratório permite que um ou mais empreendedores utilizem simultaneamente a infraestrutura. Por outro lado, o laboratório **exclusivo** é privativo ao empreendedor durante o tempo de utilização. Além disso, o laboratório pode ser **acessado remotamente** permitindo utilização de máquinas e equipamentos através da rede mundial de computadores ou **virtual**, permitindo o empreendedor planejar, projetar ou testar a fabricação de seus produtos em um

ambiente virtual, utilizando programas de computador especialmente projetados para este fim.

Quanto ao **acesso** ao laboratório de P&D, qual é o grau de importância para:

Uso compartilhado

☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

Uso exclusivo

☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

Acesso remoto

☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

Acesso virtual

☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

Durante o processo de pesquisa e desenvolvimento, conhecimentos são gerados sobre os processos, as tecnologias, design do produto e outras técnicas. Os resultados dos trabalhos desenvolvidos no laboratório podem ser sigilosos ou divulgados entre seus usuários e colaboradores. O **compartilhamento dos resultados** pode contribuir para o desenvolvimento de outros produtos, permitindo inclusive evitar erros de projetos ocorridos em outras ocasiões. Por outro lado, o **sigilo** das informações não permite a divulgação entre seus pares mantendo o conhecimento em segredo sem contribuições a outros projetos.

Quando a **divulgação dos resultados**, qual é o grau de importância para:

Compartilhamento dos resultados

☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

Sigilo dos resultados

☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

O custo está relacionado ao valor investido para utilizar a infraestrutura bem como a distância ser percorrida. O benefício é representado pela qualidade do resultado final, velocidade no atendimento entre outros.

Quanto a relação custo/benefício, qual é o grau de importância para:

Custo

☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

Benefício

☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

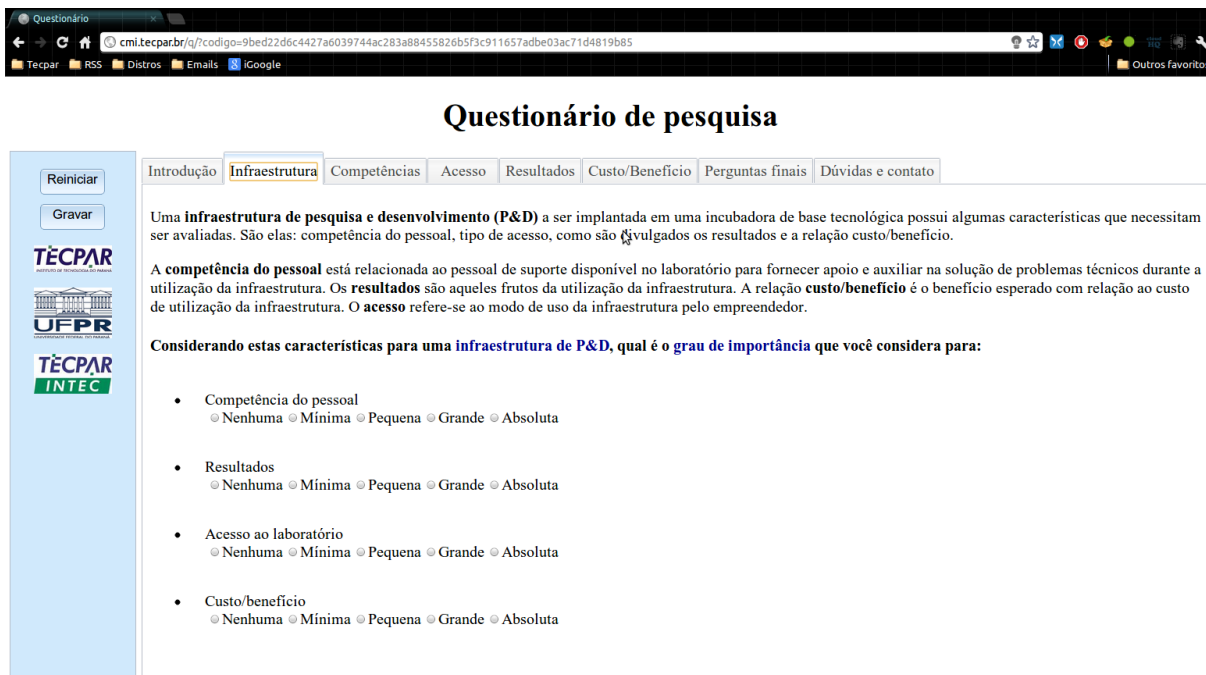
Em qual município sua empresa está incubada?

Qual é o ramo de atividade do principal produto de sua empresa?

Utilizou ou cooperou com universidades ou institutos de pesquisa no último ano?
Quais?

APÊNDICE B – TELAS DO QUESTIONÁRIO ELETRÔNICO

Aba da questão sobre infraestrutura do questionário eletrônico



Questionário

cmi.tecpar.br/q/?codigo=9bed22d6c4427a6039744ac283a88455826b5f3c911657adbe03ac71d4819b85

Tecpar RSS Distros Emails Google

Questionário de pesquisa

Reiniciar Gravar

TÉCPAR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
UFPR
TÉCPAR
INTEC

Introdução **Infraestrutura** Competências Acesso Resultados Custo/Benefício Perguntas finais Dúvidas e contato

Uma **infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento (P&D)** a ser implantada em uma incubadora de base tecnológica possui algumas características que necessitam ser avaliadas. São elas: competência do pessoal, tipo de acesso, como são divulgados os resultados e a relação custo/benefício.


A **competência do pessoal** está relacionada ao pessoal de suporte disponível no laboratório para fornecer apoio e auxiliar na solução de problemas técnicos durante a utilização da infraestrutura. Os **resultados** são aqueles frutos da utilização da infraestrutura. A relação **custo/benefício** é o benefício esperado com relação ao custo de utilização da infraestrutura. O **acesso** refere-se ao modo de uso da infraestrutura pelo empreendedor.

Considerando estas características para uma **infraestrutura de P&D**, qual é o **grau de importância** que você considera para:

- Competência do pessoal
 - ☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta
- Resultados
 - ☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta
- Acesso ao laboratório
 - ☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta
- Custo/benefício
 - ☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

FONTE: O AUTOR (2012).

Aba da questão sobre competência do questionário eletrônico



Questionário

cmi.tecpar.br/q/?codigo=9bed22d6c4427a6039744ac283a88455826b5f3c911657adbe03ac71d4819b85

Tecpar RSS Distros Emails Google

Questionário de pesquisa

Reiniciar Gravar

TÉCPAR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
UFPR
TÉCPAR
INTEC

Introdução Infraestrutura **Competências** Acesso Resultados Custo/Benefício Perguntas finais Dúvidas e contato

As **competências** do pessoal do laboratório pode ter origem da cooperação com universidades e institutos de pesquisa, cooperação em rede ou pessoal próprio do laboratório.

As competências podem estar disponíveis pela **cooperação com universidades e institutos de pesquisa**, onde, havendo alguma dúvida ou questionamento, esta questão é enviada a uma destas instituições para colaborar na solução do problema. Ela também pode estar disponível através de uma **rede** de laboratórios similares, quando surge um problema, a rede de cooperação pode ser acessada para solucioná-lo. E por fim, esta competência pode estar disponível no **próprio laboratório**, onde os colaboradores possuem vínculo com o próprio laboratório não sendo necessário consultar competência externas.

Considerando a **competência do pessoal** do laboratório, qual é o **grau de importância** para:

- Cooperação com Universidades e Instituto de Pesquisa
 - ☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta
- Cooperação em Rede
 - ☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta
- Pessoal próprio
 - ☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

FONTE: O AUTOR (2012).

Aba sobre o acesso a infraestrutura no questionário eletrônico

Questionário de pesquisa

Reiniciar Gravar

TÈCPAR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
UFPR
TÈCPAR
INTEC

Introdução Infraestrutura Competências **Acesso** Resultados Custo/Benefício Perguntas finais Dúvidas e contato

Atualmente a tecnologia da comunicação e informação nos fornece muitas possibilidades de acesso a novos serviços. Assim, quanto o **acesso**, a infraestrutura de P&D pode ser compartilhada, uso exclusivo, acesso remoto ou até mesmo virtual.

O uso compartilhado do laboratório permite que um ou mais empreendedores utilizem simultaneamente a infraestrutura. Por outro lado, o laboratório exclusivo é privativo ao empreendedor durante o tempo de utilização. Além disso, o laboratório pode ser acessado remotamente permitindo utilização de máquinas e equipamentos através da rede mundial de computadores ou virtual, permitindo o empreendedor planejar, projetar ou testar a fabricação de seus produtos em um ambiente virtual, utilizando programas de computador especialmente projetados para este fim.

Quanto ao **acesso** ao laboratório de P&D, qual é o grau de importância para:

- Uso compartilhado
 - ☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta
- Uso exclusivo
 - ☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta
- Acesso remoto
 - ☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta
- Laboratório virtual
 - ☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

FONTE: O AUTOR (2012).

Aba sobre os resultados desenvolvidos no laboratório do questionário de pesquisa.

Questionário de pesquisa

Reiniciar Gravar

TÈCPAR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
UFPR
TÈCPAR
INTEC

Introdução Infraestrutura Competências Acesso **Resultados** Custo/Benefício Perguntas finais Dúvidas e contato

Durante o processo de pesquisa e desenvolvimento, conhecimentos são gerados sobre os processos, as tecnologias, design do produto e outras técnicas. Os resultados dos trabalhos desenvolvidos no laboratório podem ser sigilosos ou divulgados entre seus usuários e colaboradores. O **compartilhamento dos resultados** pode contribuir para o desenvolvimento de outros produtos, permitindo inclusive evitar erros de projetos ocorridos em outras ocasiões. Por outro lado, o **sigilo** das informações não permite a divulgação entre seus pares mantendo o conhecimento em segredo sem contribuições a outros projetos.

Quando a **divulgação dos resultados**, qual é o grau de importância para:

- Compartilhamento dos resultados
 - ☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta
- Sigilo dos resultados
 - ☐ Nenhuma ☐ Mínima ☐ Pequena ☐ Grande ☐ Absoluta

FONTE: O AUTOR (2012).

Aba do questionário eletrônico sobre a relação Custo/Benefício

Questionário de pesquisa

Reiniciar
Gravar

TÊCPAR
UFPR
TÊCPAR INTEC

Introdução | Infraestrutura | Competências | Acesso | Resultados | **Custo/Benefício** | Perguntas finais | Dúvidas e contato

O custo está relacionado ao valor investido para utilizar a infraestrutura bem como a distância ser percorrida. O benefício é representado pela qualidade do resultado final, velocidade no atendimento entre outros.

Quanto a relação **custo/benefício**, qual é o grau de importância para:

- Custo
 - ☐ Nenhuma
 - ☐ Mínima
 - ☐ Pequena
 - ☐ Grande
 - ☐ Absoluta
- Benefício
 - ☐ Nenhuma
 - ☐ Mínima
 - ☐ Pequena
 - ☐ Grande
 - ☐ Absoluta

FONTE: O AUTOR (2012).

Aba das perguntas finais do questionário eletrônico

Questionário de pesquisa

Reiniciar
Gravar

TÊCPAR
UFPR
TÊCPAR INTEC

Introdução | Infraestrutura | Competências | Acesso | Resultados | Custo/Benefício | **Perguntas finais** | Dúvidas e contato

Em qual município sua empresa está incubada?

Qual é o ramo de atividade do principal produto de sua empresa?

Utilizou ou cooperou com universidades ou institutos de pesquisa no último ano? Quais?

FONTE: O AUTOR (2012).

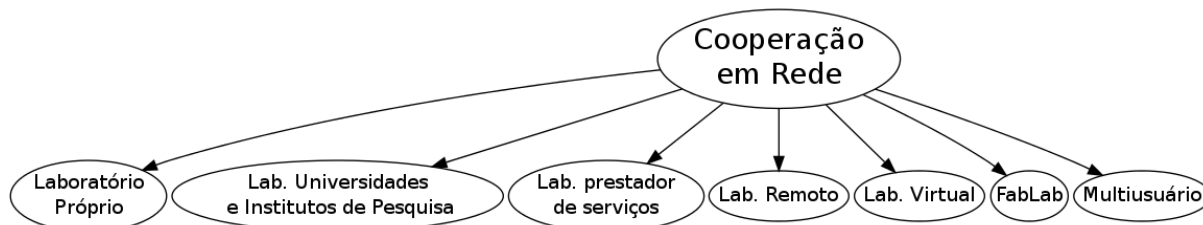
Aba do questionário eletrônico que disponibiliza um canal de comunicação com o pesquisador em caso de dúvidas ou dificuldades no preenchimento.

Gilberto P. Lima <glima@tecpar.br>.'"/>

FONTE: O AUTOR (2012).

APÊNDICE C – CÁLCULO DO AUTOVETOR E DO AUTOVALOR PARA O TERCEIRO NÍVEL DA HIERARQUIA

Parte do terceiro nível da hierarquia representando a importância da cooperação em rede em cada um dos modelos de laboratório.



FONTE: O AUTOR (2012).

$$M'_{32} = \begin{vmatrix} 1 & 1/3 & 4 & 1 & 7 & 8 & 8 \\ 3 & 1 & 3 & 2 & 7 & 1 & 3 \\ 1/4 & 1/3 & 1 & 1/3 & 4 & 1 & 1 \\ 1 & 1/2 & 3 & 1 & 1 & 1/2 & 1/2 \\ 1/7 & 1/7 & 1/4 & 1 & 1 & 1/8 & 1/5 \\ 1/8 & 1 & 1 & 2 & 8 & 1 & 3 \\ 1/8 & 1/3 & 1 & 2 & 5 & 1/3 & 1 \end{vmatrix}$$

$$W'_{32} = \begin{vmatrix} 0,318 \\ 0,257 \\ 0,071 \\ 0,104 \\ 0,031 \\ 0,139 \\ 0,079 \end{vmatrix}$$

$$\lambda_{max} = 8,66$$

$$IC \sim 0,276$$

$$RC \sim 0,209$$

$$M_{32} = \begin{vmatrix} 1 & 1/3 & 4 & 1 & 7 & 2,29 & 2,86 \\ 3 & 1 & 3 & 2 & 7 & 1 & 3 \\ 1/4 & 1/3 & 1 & 1/3 & 4 & 1 & 1 \\ 1 & 1/2 & 3 & 1 & 1 & 1/2 & 1/2 \\ 1/7 & 1/7 & 1/4 & 1 & 1 & 1/8 & 1/5 \\ 1/8 & 1 & 1 & 2 & 4,84 & 1 & 3 \\ 1/8 & 1/3 & 1 & 2 & 5 & 1/3 & 1 \end{vmatrix}$$

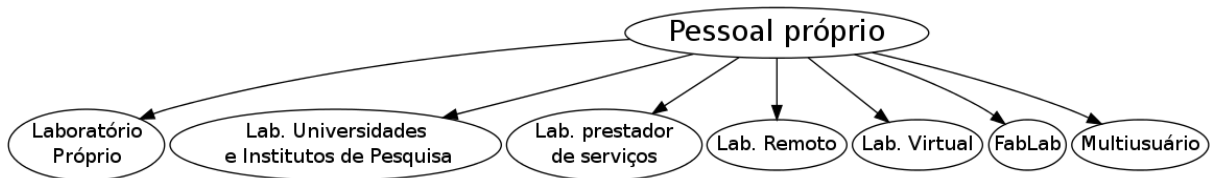
$$W_{32} = \begin{vmatrix} 0,218 \\ 0,277 \\ 0,088 \\ 0,116 \\ 0,037 \\ 0,163 \\ 0,100 \end{vmatrix}$$

$$\lambda_{max} = 7,77$$

$$IC \sim 0,129$$

$$RC \sim 0,098$$

Parte do terceiro nível da hierarquia representando a importância do pessoal próprio em cada um dos modelos de laboratório.



FONTE: O AUTOR (2012).

$$M_{33} = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 7 & 3 & 5 \\ 1 & 1 & 3 & 7 & 9 & 3 & 5 \\ 1 & 1/3 & 1 & 3 & 5 & 1 & 1 \\ 1 & 1/7 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 \\ 1/7 & 1/9 & 1/5 & 1/2 & 1 & 1/5 & 1/3 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1 & 5 & 1 & 1 \\ 1/5 & 1/5 & 1 & 1/2 & 3 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

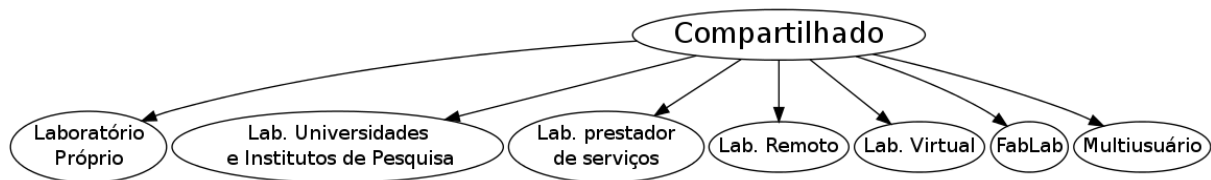
$$W_{33} = \begin{vmatrix} 0,220 \\ 0,341 \\ 0,143 \\ 0,095 \\ 0,029 \\ 0,098 \\ 0,074 \end{vmatrix}$$

$$\lambda_{max} = 7,56$$

$$IC \sim 0,093$$

$$RC \sim 0,071$$

Parte do terceiro nível da hierarquia representando a importância do acesso compartilhado em cada um dos modelos de laboratório.



FONTE: O AUTOR (2012).

$$M_{34} = \begin{vmatrix} 1 & 1/9 & 1/3 & 1/9 & 1 & 1/7 & 1/8 \\ 9 & 1 & 3 & 2 & 7 & 1/3 & 1/3 \\ 3 & 1/3 & 1 & 2 & 8 & 1/3 & 1/5 \\ 9 & 1/2 & 1/2 & 1 & 5 & 1 & 1 \\ 1 & 1/7 & 1/8 & 1/5 & 1 & 1/7 & 1/7 \\ 7 & 3 & 3 & 1 & 7 & 1 & 1 \\ 8 & 3 & 5 & 1 & 7 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

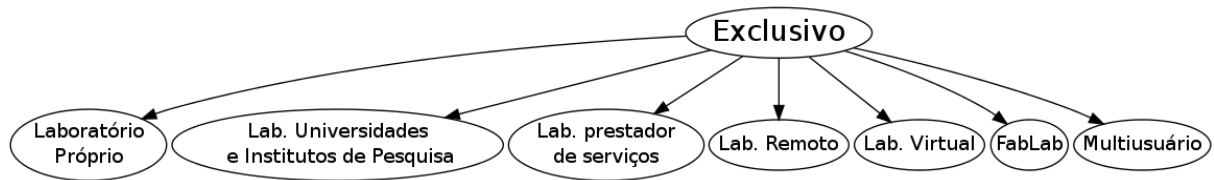
$$W_{34} = \begin{vmatrix} 0,026 \\ 0,177 \\ 0,112 \\ 0,148 \\ 0,025 \\ 0,241 \\ 0,273 \end{vmatrix}$$

$$\lambda_{max} = 7,78$$

$$IC \sim 0,129$$

$$RC \sim 0,098$$

Parte do terceiro nível da hierarquia representando a importância do acesso compartilhado em cada um dos modelos de laboratório.



FONTE: O AUTOR (2012).

$$M_{35} = \begin{vmatrix} 1 & 9 & 3 & 9 & 1 & 7 & 8 \\ 1/9 & 1 & 1/3 & 1/2 & 1/7 & 3 & 3 \\ 1/3 & 3 & 1 & 1/2 & 1/8 & 3 & 5 \\ 1/9 & 2 & 2 & 1 & 1/5 & 1 & 1 \\ 1 & 7 & 8 & 5 & 1 & 7 & 7 \\ 1/7 & 1/3 & 1/3 & 1 & 1/7 & 1 & 1 \\ 1/8 & 1/3 & 1/5 & 1 & 1/7 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

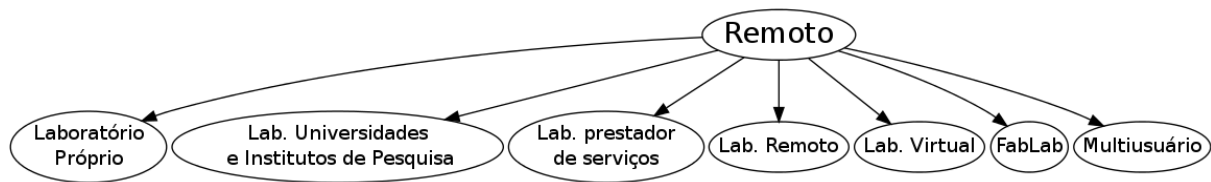
$$W_{35} = \begin{vmatrix} 0,347 \\ 0,056 \\ 0,097 \\ 0,072 \\ 0,353 \\ 0,038 \\ 0,036 \end{vmatrix}$$

$$\lambda_{max} = 7,78$$

$$IC \sim 0,129$$

$$RC \sim 0,098$$

Parte do terceiro nível da hierarquia representando a importância do acesso compartilhado em cada um dos modelos de laboratório.



FONTE: O AUTOR (2012).

$$M_{36} = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1/9 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1/7 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1/9 & 1 & 1 & 1 \\ 9 & 7 & 9 & 1 & 5 & 7 & 7 \\ 1 & 1 & 1 & 1/5 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 1/7 & 1/2 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1/7 & 1/2 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

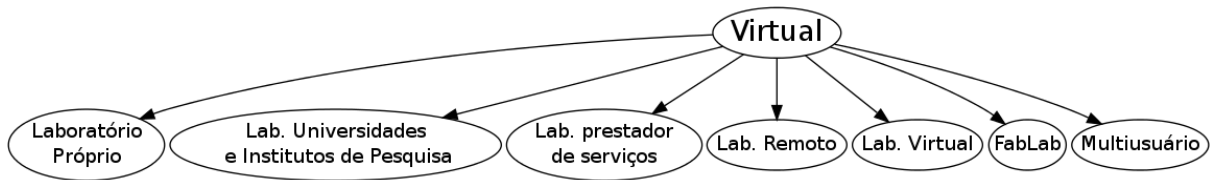
$$W_{36} = \begin{vmatrix} 0,073 \\ 0,076 \\ 0,073 \\ 0,542 \\ 0,099 \\ 0,069 \\ 0,069 \end{vmatrix}$$

$$\lambda_{max} = 7,09$$

$$IC \sim 0,015$$

$$RC \sim 0,011$$

Parte do terceiro nível da hierarquia representando a importância da virtualização em cada um dos modelos de laboratório.



FONTE: O AUTOR (2012).

$$M_{37} = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 3 & 1 & 1/7 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 7 & 3 & 1/5 & 6 & 2 \\ 1/3 & 1/7 & 1 & 1/2 & 1/5 & 1 & 1 \\ 1 & 1/3 & 2 & 1 & 1/2 & 2 & 4 \\ 7 & 5 & 5 & 2 & 1 & 5 & 5 \\ 1 & 1/6 & 1 & 1/2 & 1/5 & 1 & 2 \\ 1 & 1/2 & 1 & 1/4 & 1/5 & 1/2 & 1 \end{vmatrix}$$

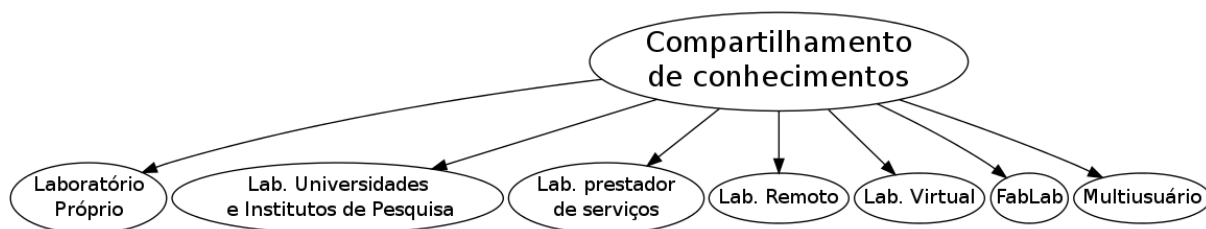
$$W_{37} = \begin{vmatrix} 0,096 \\ 0,203 \\ 0,048 \\ 0,121 \\ 0,410 \\ 0,064 \\ 0,058 \end{vmatrix}$$

$$\lambda_{max} = 7,79$$

$$IC \sim 0,123$$

$$RC \sim 0,098$$

Parte do terceiro nível da hierarquia representando a importância do compartilhamento dos resultados obtidos nos modelos de laboratório.



FONTE: O AUTOR (2012).

$$M_{38} = \begin{vmatrix} 1 & 7 & 3 & 5 & 2 & 9 & 6 \\ 1/7 & 1 & 5 & 2 & 7 & 1/2 & 1 \\ 1/3 & 1/5 & 1 & 1 & 1 & 1/5 & 1 \\ 1/5 & 1/2 & 1 & 1 & 4 & 1/3 & 2 \\ 1/2 & 1/7 & 1 & 1/4 & 1 & 1/7 & 1 \\ 1/9 & 2 & 5 & 3 & 7 & 1 & 7 \\ 1/6 & 1 & 1 & 1/2 & 1 & 1/7 & 1 \end{vmatrix}$$

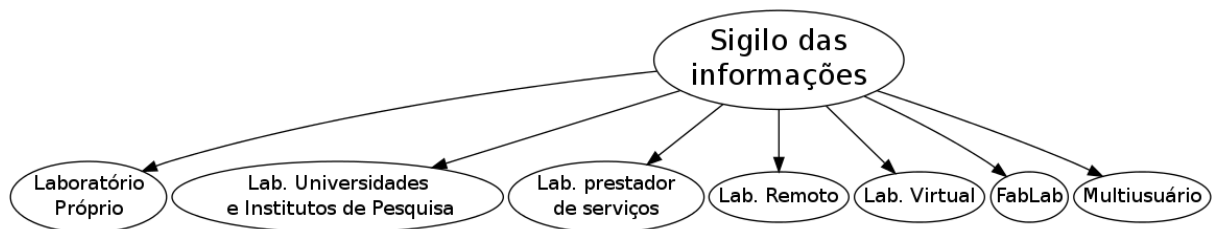
$$W_{38} = \begin{vmatrix} 0,027 \\ 0,270 \\ 0,073 \\ 0,129 \\ 0,051 \\ 0,378 \\ 0,072 \end{vmatrix}$$

$$\lambda_{max} = 7,33$$

$$IC \sim 0,055$$

$$RC \sim 0,042$$

Parte do terceiro nível da hierarquia representando a importância do sigilo dos resultados obtidos nos modelos de laboratório.



FONTE: O AUTOR (2012).

$$M_{39} = \begin{vmatrix} 1 & 1/7 & 1/3 & 1/5 & 1/2 & 1/9 & 1/6 \\ 7 & 1 & 1/5 & 1/2 & 1/7 & 2 & 1 \\ 3 & 5 & 1 & 1 & 1 & 5 & 1 \\ 5 & 2 & 1 & 1 & 1/4 & 3 & 1/2 \\ 2 & 7 & 1 & 4 & 1 & 7 & 1 \\ 9 & 1/2 & 1/5 & 1/3 & 1/7 & 1 & 1/7 \\ 6 & 1 & 1 & 2 & 1 & 7 & 1 \end{vmatrix}$$

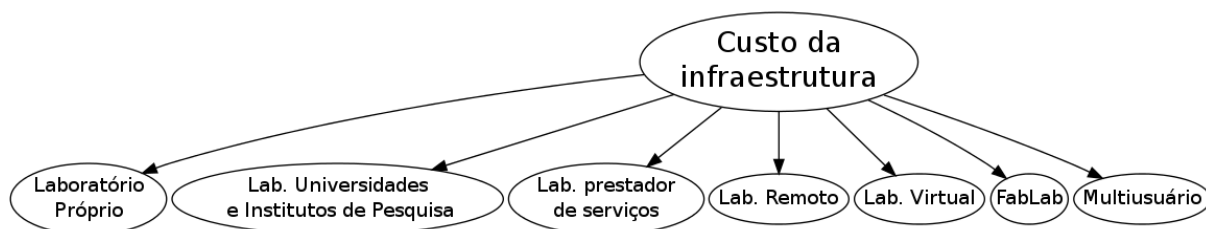
$$W_{39} = \begin{vmatrix} 0,395 \\ 0,036 \\ 0,134 \\ 0,076 \\ 0,191 \\ 0,026 \\ 0,142 \end{vmatrix}$$

$$\lambda_{max} = 7,33$$

$$IC \sim 0,055$$

$$RC \sim 0,042$$

Parte do terceiro nível da hierarquia representando a importância do custo na utilização em cada um dos modelos de laboratório.



FONTE: O AUTOR (2012).

$$M'_{310} = \begin{vmatrix} 1 & 1/7 & 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1/9 & 1/7 \\ 7 & 1 & 3 & 1 & 1/2 & 1/7 & 1 \\ 5 & 1/3 & 1 & 1/2 & 1/3 & 1/7 & 1 \\ 3 & 1 & 2 & 1 & 1/2 & 1/5 & 1/5 \\ 3 & 2 & 3 & 2 & 1 & 1/3 & 4 \\ 9 & 7 & 7 & 5 & 3 & 1 & 73 \\ 7 & 1 & 1 & 5 & 1/4 & 1/7 & 1 \end{vmatrix}$$

$$M_{310} = \begin{vmatrix} 1 & 1/7 & 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1/9 & 1/7 \\ 7 & 1 & 3 & 1 & 1/2 & 1/7 & 1 \\ 5 & 1/3 & 1 & 1/2 & 1/3 & 1/7 & 1 \\ 3 & 1 & 2 & 1 & 1/2 & 1/5 & 1/5 \\ 6,91 & 2 & 3 & 2 & 1 & 1/3 & 4 \\ 17,53 & 7 & 7 & 5 & 3 & 1 & 73 \\ 7 & 1 & 1 & 1,59 & 1/4 & 1/7 & 1 \end{vmatrix}$$

$$W'_{310} = \begin{vmatrix} 0,025 \\ 0,102 \\ 0,063 \\ 0,072 \\ 0,177 \\ 0,444 \\ 0,117 \end{vmatrix}$$

$$\lambda_{max} = 7,95$$

$$IC \sim 0,158$$

$$RC \sim 0,120$$

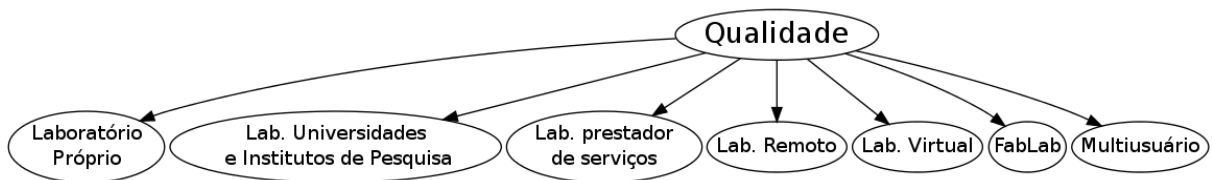
$$W_{310} = \begin{vmatrix} 0,026 \\ 0,102 \\ 0,062 \\ 0,075 \\ 0,182 \\ 0,466 \\ 0,086 \end{vmatrix}$$

$$\lambda_{max} = 7,73$$

$$IC \sim 0,121$$

$$RC \sim 0,092$$

Parte do terceiro nível da hierarquia representando a importância do benefício e da qualidade obtida do resultado em cada um dos modelos de laboratório.



FONTE: O AUTOR (2012).

$$M_{3\ 11} = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

$$W_{3\ 11} = \begin{vmatrix} 0,143 \\ 0,143 \\ 0,143 \\ 0,143 \\ 0,143 \\ 0,143 \\ 0,143 \end{vmatrix}$$

$$\lambda_{max} = 7$$

$$IC \sim 0$$

$$RC \sim 0$$